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

Gestión Ambiental Biogeos

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Consulta al Público

PROYECTO FOTOVOLTAICO

JAROCHO SOLAR

CONTENIDO

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

I.1. NOMBRE DEL PROYECTO I-1

I.2. PROMOVENTE I-1

I.2.1. Nombre o Razón Social I-1

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes I-1

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal I-1

I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones I-2

I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL I-2

I.3.1. Nombre o Razón Social I-2

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) I-2

I.3.3. Dirección y datos de contacto I-2

I.3.4. Datos del representante legal I-2

I.3.5. Equipo técnico responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental I-3

I.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO I-3

I.5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS I-6

I.5.1. Naturaleza del Proyecto I-6

I.5.2. Superficies generales del Proyecto I-7

I.5.3. Inversión requerida I-12

I.5.4. Características de los componentes del Proyecto I-13

I.5.4.1. Módulos fotovoltaicos I-14

I.5.4.2. Estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos I-15

I.5.4.3. Inversores I-17

I.5.4.4. Centro de transformación I-18

I.5.4.4.1. Plataforma y cimentaciones I-21

I.5.4.5. Red de media tensión I-22

I.5.4.6. Subestación elevadora I-25

I.5.4.6.1. Terracerías SE I-26

I.5.4.6.2. Pisos terminados SE I-27

I.5.4.6.3. Caminos interiores SE I-27

I.5.4.6.4. Cimentaciones mayores y menores I-28

I.5.4.6.5. Estructuras mayores y menores I-28

Consulta al Público

I.5.4.6.6. Drenajes....I-29
I.5.4.7. Cuarto de control....I-29
I.5.4.7.1. Instalaciones hidrosanitarias....I-29
I.5.4.8. Sistema de almacenamiento de energía (BESS)....I-30
I.5.4.9. Cerca perimetral y caseta de vigilancia....I-30
I.5.4.10. Caminos de acceso....I-31
I.5.4.11. Caminos internos....I-33
I.5.4.12. Obras de drenaje....I-33
I.5.4.12.1. Drenaje longitudinal....I-34
I.5.4.12.2. Drenaje transversal....I-34
I.5.4.13. Campamento de faenas....I-34
I.5.5. Programa de trabajo....I-35
I.5.6. Descripción de las principales actividades del Proyecto....I-36
I.5.6.1. Preparación del sitio y construcción....I-36
I.5.6.1.1. Preparación del sitio....I-36
I.5.6.1.2. Construcción....I-39
I.5.6.2. Operación y mantenimiento....I-44
I.5.6.2.1. Operación....I-44
I.5.6.2.2. Mantenimiento....I-44
I.5.6.2.3. Mantenimiento predictivo....I-48
I.5.6.2.4. Mantenimiento correctivo....I-49
I.5.6.2.5. Mantenimiento extraordinario....I-50
I.5.6.3. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones....I-50
I.5.7. Recursos del Proyecto....I-51
I.5.7.1. Personal requerido....I-51
I.5.7.2. Insumos....I-53
I.5.7.2.1. Requerimientos de agua....I-53
I.5.7.2.2. Maquinaria y combustibles....I-54
I.5.8. Residuos....I-55
I.5.8.1. Gestión de residuos....I-56
I.5.8.2. Tipos de gestión de residuos....I-56
I.5.8.3. Residuos típicos generados por un proyecto fotovoltaico....I-57
I.6. FUENTES CONSULTADAS....I-58

Consulta al Público

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1 Ubicación del Área del Proyecto (AP) I-4
Figura I-2 Distribución de los componentes del Proyecto I-5
Figura I-3 Dimensiones del módulo FV I-14
Figura I-4 Modo de montaje del módulo FV I-15
Figura I-5 Ejemplo de montaje de módulos FV I-16
Figura I-6 Inversor SG4400UD-MV-US I-17
Figura I-7 Centro de transformación típico I-19
Figura I-8 Transformador BT/MT I-20
Figura I-9 Dimensiones cimentación y fosa de aceite I-21
Figura I-10 Ejemplos de zanjas de MT para uno, dos y tres circuitos I-22
Figura I-11 Sección de camino típica I-32
Figura I-12 Estructura caminos internos I-33
Figura I-13 Ejemplo de trabajos de hincado I-41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1 Coordenadas del Área del Proyecto I-7
Tabla I-2 Superficies de los componentes que conforman al Proyecto I-8
Tabla I-3 Uso del suelo y vegetación en cada componente del Proyecto I-10
Tabla I-4 Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del Área del Proyecto I-11
Tabla I-5 Superficie de incidencia del Proyecto con cuerpos de agua y zonas federales I-11
Tabla I-6 Inversión general estimada para el Proyecto I-12
Tabla I-7 Características generales del Proyecto I-13
Tabla I-8 Características de los inversores I-18
Tabla I-9 Características técnicas del transformador de MT I-20
Tabla I-10 Longitudes y áreas totales de las zanjas de MT I-23
Tabla I-11 Niveles de tensión y aislamiento de la SE elevadora I-25
Tabla I-12 Características del transformador de potencia de la SE elevadora I-25
Tabla I-13 Características del sistema BESS I-30
Tabla I-14 Programa de trabajo del Proyecto I-35
Tabla I-15 Duración estimada del Proyecto I-36
Tabla I-16 Requerimientos de personal por etapa del Proyecto I-52
Tabla I-17 Requerimientos de agua por etapas del Proyecto I-53
Tabla I-18 Maquinaria por utilizar durante la preparación del sitio y construcción I-54
Tabla I-19 Camiones para utilizar durante la preparación del sitio y construcción I-54
Tabla I-20 Requerimiento de combustible y energía por etapas del Proyecto I-55

Consulta al Público

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

I.1. NOMBRE DEL PROYECTO

El nombre del proyecto para el que se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R) es "Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar" (Proyecto) y consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una central de generación de energía eléctrica de tipo solar con una capacidad de 115 MW_{AC} (149.75 MW_{DC}), la cual proveerá de energía al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) para el abastecimiento de energía a centros de consumo de cualquier tipo y apoyar a la mitigación de emisiones de CO_2.

I.2. PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o Razón Social

CARCASOLA S. de R.L. de C.V.

Empresa legalmente constituida, tal y como se refiere en el Instrumento No. [redacted] Libro [redacted] de fecha [redacted] otorgada ante el Notario Público número 171, [redacted] con ejercicio en la Ciudad de México, y de conformidad con la autorización de uso de denominación otorgada por la Secretaría de Economía marcada con la Clave Única del Documento (CUD) número [redacted] (**Anexo I.1 Acta Constitutiva**).

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

[redacted] (**Anexo I.2 Cedula de Identificación Fiscal**).

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

[redacted] (**Anexo I.3 Identificación Oficial**), quien funge como Gerente Único de CARCASOLA S. de R.L. de C.V., de acuerdo con el Instrumento Público No. [redacted] Libr [redacted] de fecha [redacted] otorgada ante el Notario Público número 171, [redacted] con ejercicio en la Ciudad de México (**Anexo I.4 Poder General**).

Consulta al Público

I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Calle y No.: [redacted]

Colonia: [redacted]

Alcaldía: [redacted]

Estado: [redacted]

Código Postal: [redacted]

Teléfono: [redacted]

Correo electrónico: [redacted]

I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1. Nombre o Razón Social

GESTIÓN AMBIENTAL BIOGEOS S. de R.L. de C.V.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

[redacted]

I.3.3. Dirección y datos de contacto

Calle y No.: [redacted]

Colonia: [redacted]

Municipio: [redacted]

Estado: [redacted]

Código Postal: [redacted]

Teléfono: [redacted]

Correo electrónico: [redacted]

I.3.4. Datos del representante legal

Nombre: [redacted]

Consulta al Público

CURP: [redacted]

RFC: [redacted]

Cédula profesional: [redacted]

Correo electrónico: [redacted]

I.3.5. Equipo técnico responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

La presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (MIA-R) fue dirigía y coordinada por la [redacted] con los siguientes datos de contacto:

Cédula profesional: [redacted]

Correo electrónico: [redacted]

Teléfono: [redacted]

A continuación, se enlistan los especialistas que participaron en la elaboración del estudio, así como su cedula profesional o en su caso título profesional:

[redacted]

Las cedulas o títulos profesionales de los especialistas se presentan en el **Anexo I.5 Especialistas**.

I.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

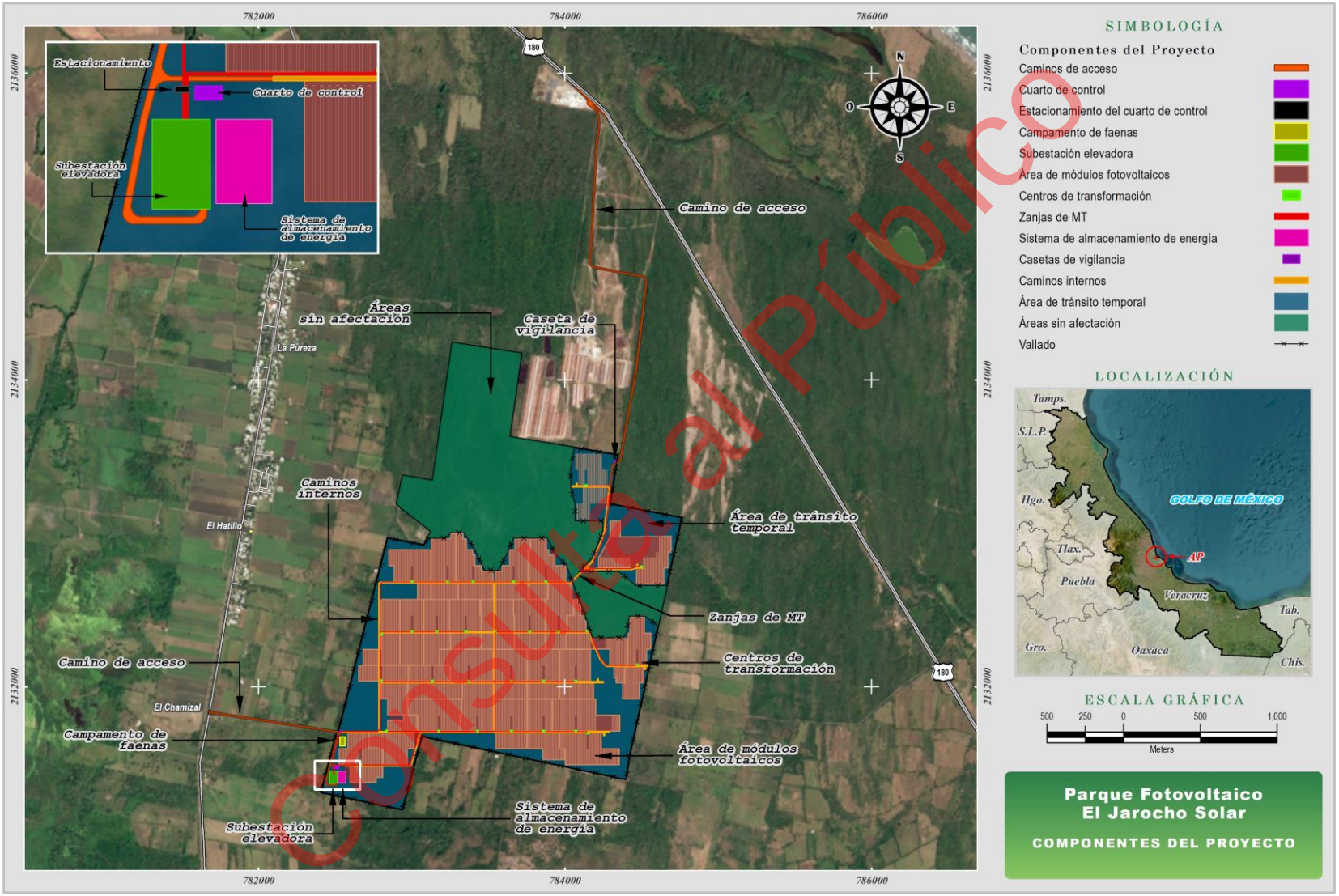
El Proyecto se desarrollará en el municipio de La Antigua, en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, ubicándose en los alrededores de las localidades: Ezequiel Lagunes, El Chamizal, El Hatillo y La Pureza, aproximadamente a 10.5 km al noroeste del área urbana de Veracruz (**Figura I-1**). El acceso al Proyecto se contempla se realice a través de dos vías: la carretera federal 180 Veracruz – Poza Rica en los kilómetros 52+130 y 51+800 con dirección a Veracruz, y la carretera estatal La Antigua – Vargas en las inmediaciones de la localidad El Chamizal.

Consulta al Público



Consulta Público

Figura I-1 Ubicación del Área del Proyecto (AP)



Consulta al Público

Figura I-2 Distribución de los componentes del Proyecto

I.5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

I.5.1. Naturaleza del Proyecto

El Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar (Proyecto) tiene como objetivo aprovechar la energía de la radiación emitida por el sol para transformarla en energía eléctrica y subministrarla al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) para el abastecimiento de energía a centros de consumo de cualquier tipo y apoyar a la mitigación de emisiones de CO_2. Debido a ello, el Proyecto consistirá en la generación de 115 MW_{AC} (149.75 MW_{DC}) de energía eléctrica por medio de tecnología fotovoltaica, energía limpia de origen renovable.

Considerando la naturaleza del Proyecto, éste corresponde a una actividad económica secundaria, que de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), se inscribe en las siguientes categorías (INEGI, 2023):

> ***Sector 22.*** *Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final.*
>
> > ***Subsector 221.*** *Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final.*
> >
> > > ***Rama 2211.*** *Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.*
> > >
> > > > ***Subrama 22111.*** *Generación de energía eléctrica.*
> > > >
> > > > > ***Clase 221113.*** *Generación de electricidad a partir de energía solar.*

En relación con las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el Proyecto corresponde a las siguientes:

> ***K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:***
>
> ***II.*** *Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución*
>
> ***O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:***
>
> ***I.*** *Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el*

Consulta al Público

establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal (…).

I.5.2. Superficies generales del Proyecto

La superficie total requerida para el desarrollo del Proyecto es de 406.864 ha, siendo las coordenadas de los vértices que conforma el Área del Proyecto (AP) las que se presentan en la **Tabla I-1**, mientras que la versión digital de la poligonal del Proyecto se presenta en el **Anexo I.6 Área del Proyecto**, y sus coordenadas en formato csv en el **Anexo I.7 Coordenadas del Área del Proyecto**.

Tabla I-1 Coordenadas del Área del Proyecto

Vértice	Coordenadas[1]		Vértice	Coordenadas[1]	
	X	Y		X	Y
1	783263.818	2134244.173	159	782938.387	2131196.071
2	783717.089	2134173.452	160	782406.548	2131310.553
3	783638.011	2133629.061	161	782508.744	2131702.669
4	784346.258	2133512.065	162-188	Camino de acceso (suroeste)[2]	
5	784338.410	2133464.326	189	782519.006	2131706.020
6-152	Camino de acceso (norte)[2]		190	782840.146	2132970.642
153	784337.067	2133456.157	191	783076.798	2132923.542
154	784293.651	2133192.044	192	783126.386	2133013.787
155	784761.085	2133103.244	193	782899.881	2133187.777
156	784421.638	2131551.868	194	782939.537	2133379.084
157	784397.102	2131393.331	195	783134.827	2133344.926
158	783066.476	2131675.441			

*[1]Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84. [2]Los vértices 6 a 152 y 162 a 188 forman parte de los caminos de acceso del Proyecto, los cuales debido a su cantidad no se muestran dentro del documento, sin embargo, la poligonal que conforma el Área del Proyecto y la totalidad de sus coordenadas se anexan de manera digital al documento en formato shp y csv (**Anexo I.6 Área del Proyecto** y **Anexo I.7 Coordenadas del Área del Proyecto** respectivamente).*

De acuerdo con las obras a realizar, en la **Tabla I-2** se presenta el desglose de las superficies consideradas para los principales componentes que conformarán el Área del Proyecto, de los cuales, en el **Anexo I.8 Componentes del Proyecto** se integran de manera digital en formato shp

Consulta al Público

las poligonales de cada uno de los componentes que conforman al Proyecto, y en el **Anexo I.9 Vértices de los componentes del Proyecto** las coordenadas UTM (zona 14N, datum WGS84) de los vértices que los delimitan en formato csv, no incluyendo en este formato aquellos componentes que presentan áreas que se excluyen de las respectivas poligonales.

Tabla I-2 Superficies de los componentes que conforman al Proyecto

Concepto	Componente	Superficie		
		m²	ha	%
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones (Ocupación permanente)	Área de módulos fotovoltaicos	1,873,570	187.357	46.05
	Caminos de acceso	27,220	2.722	0.67
	Caminos internos	42,415	4.241	1.04
	Casetas de vigilancia	188	0.019	0.005
	Centros de transformación	443	0.044	0.01
	Zanjas de media tensión	10,298[1] (264 m² en común con área de módulos fotovoltaicos, camino de acceso, caminos internos, estacionamiento del cuarto de control y subestación elevadora)	1.030[1] (0.026 ha en común con área de módulos fotovoltaicos, camino de acceso, caminos internos, estacionamiento del cuarto de control y subestación elevadora)	0.253
	Cuarto de control	306	0.031	0.008
	Estacionamiento del cuarto de control	69	0.007	0.002
	Sistema de almacenamiento de energía	3,750	0.375	0.09
	Subestación elevadora	4,150	0.415	0.10
	Total	***1,962,145[2]***	***196.214[2]***	***48.23***
Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas (Ocupación temporal)	Áreas de tránsito temporal	884,353	88.435	21.74
	Campamento de faenas	2,050	0.205	0.05
	Total	***886,403***	***88.640***	***21.79***
Superficie sin intervención o afectación (Sin ocupación)	Áreas sin afectación	1,220,092	122.009	29.99
	Total	***1,220,092***	***122.009***	***29.99***
Superficie total para el desarrollo del Proyecto (Área del Proyecto)		***4,068,641***	***406.864***	***100.00***

[1]La superficie corresponde al total del área sobre la que se distribuye el componente en cuestión, sin embargo, debido a las características de la infraestructura a instalar o del componente mismo, su superficie se traslapa con la de otros componentes del Proyecto, debido a ello, se presenta adicionalmente la superficie de traslape, misma que su exclusión permite definir la superficie total de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones (1,962,145 m²).
[2]La superficie corresponde al total de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones, excluyendo el traslape que existe entre las zanjas de media tensión con otros componentes del Proyecto, tal como se mencionó previamente.

Consulta al Público

Tal como se presenta en la **Tabla I-2**, la infraestructura requerida para la implementación del Proyecto tendrá una ocupación temporal o permanente, esto de acuerdo con el tiempo en el que se mantendrán instaladas o en funcionamiento.

La ocupación temporal se dará en aquella infraestructura u áreas que sean habilitadas durante la etapa de preparación del sitio y construcción para proporcionar los servicios necesarios para la ejecución de la infraestructura principal o de tipo permanente en el Proyecto, siendo esta desmantelada o removida al término de la etapa de construcción. La infraestructura temporal en el Proyecto se ubicará en 88.640 ha y corresponderá al campamento de faenas y al área de tránsito temporal, siendo la primera de ellas el área destinada para las actividades generales de control del Proyecto, administración, planificación y manejo de materiales incorporados, además de toda la infraestructura logística para la gestión de recursos materiales y humanos, mientras que el área de tránsito temporal será aquella área aledaña a la zona de construcción que servirá como apoyo para la realización de maniobras y el almacenamiento de material y/o maquinaria.

La infraestructura con ocupación permanente se distribuirá en 196.214 ha y corresponderá a aquella que una vez que sea instalada se mantendrá hasta que concluya la vida útil del Proyecto. En este tipo de condición, la infraestructura del Proyecto será: área de módulos fotovoltaicos, caminos de acceso e internos, casetas de vigilancia, centros de transformación, cuarto de control y su estacionamiento, subestación elevadora y sistema de almacenamiento de energía.

Además de la infraestructura temporal y permanente, en el Área del Proyecto se contemplan 122.009 ha en las que no se realizará algún tipo de afectación o modificación por la instalación de infraestructura, correspondiendo a áreas que fueron excluidas por cuestiones de ingeniería.

Con respecto a la cobertura vegetal, considerando el uso de suelo y vegetación obtenido mediante el procesamiento de imágenes de satélite Sentinel 2A con fecha 27 de abril de 2026 y de imágenes satelitales históricas disponibles en la plataforma Google Earth, y con el apoyo de la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI (2018) y de observaciones de campo realizadas durante los muestreos de flora, actualmente en el Área del Proyecto se tienen 190.678 ha (1,906,776 m^2) de vegetación natural perteneciente a vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, y 16.107 ha (161,069 m^2) con vegetación inducida correspondiente a pastizal inducido (**Tabla I-3**). El resto de la superficie (200.080 ha) es ocupada por usos de suelo, los cuales corresponden a: pastizal cultivado, área desprovista de vegetación, agricultura de temporal anual y semipermanente, agricultura de riego semipermanente y urbano - construido.

Consulta al Público

Tabla I-3 Uso del suelo y vegetación en cada componente del Proyecto

Componente	Superficie (m^2)						
	DV[1]	RS[2]	TAS[3]	PC[4]	PI[5]	UyC[6]	VSa/SBC[7]
Área de módulos fotovoltaicos	--	--	11,242	1,256,123	66,946	--	539,259
Caminos de acceso	6,050	2,172	--	4,833	1,951	1,236	10,979
Caminos internos	--	--	--	30,225	566	--	11,624
Casetas de vigilancia	--	--	--	188	--	--	--
Centros de transformación	--	--	--	310	--	--	133
Zanjas de media tensión	--	--	--	6,319* *(111.15 m^2 en común con área de módulos fotovoltaicos, camino de acceso y caminos internos)*	107	--	3,873* *(152.55 m^2 en común con camino de acceso, caminos internos, estacionamiento y subestación elevadora)*
Cuarto de control	--	--	--	--	--	--	306
Estacionamiento del cuarto de control	--	--	--	--	--	--	69
Sistema de almacenamiento de energía	--	--	--	2,155	--	--	1,595
Subestación elevadora	--	--	--	1,591	--	--	2,559
Áreas de tránsito temporal	--	--	10,691	581,564	24,829	--	267,269
Campamento de faenas	--	--	--	199	--	--	1,851
Áreas sin afectación	27,013	--	361	58,635	66,670	--	1,067,413
Superficie total por uso de suelo o vegetación	33,063	2,172	22,294	1,942,032	161,069	1,236	1,906,776
Superficie total (Área del Proyecto)							***4,068,641***

*[1]Área desprovista de vegetación. [2]Agricultura de riego semipermanente. [3]Agricultura de temporal anual y semipermanente. [4]Pastizal cultivado. [5]Pastizal inducido. [6]Urbano – construido. [7]Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. *La superficie corresponde al total del área sobre la que se distribuye el componente en cuestión, sin embargo, debido a las características de la infraestructura a instalar o del componente mismo, su superficie se traslapa con la de otros componentes del Proyecto, debido a ello, se presenta adicionalmente la superficie de traslape, misma que su exclusión permite definir la superficie total del correspondiente uso de suelo o vegetación.*

De la totalidad de la cobertura vegetal que se presenta en el Área del Proyecto (206.785 ha), se contempla el desmonte de 83.936 ha (839,363 m^2) de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y la remoción de 9.440 ha (94,399 m^2) de pastizal inducido (**Tabla I-4**). Debido a que la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia corresponde a vegetación de

Consulta al Público

tipo forestal, para el desarrollo de las distintas actividades del Proyecto y/o instalación de infraestructura, se requerirá un cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 83.936 ha (**Anexo I.10 Poligonales de CUSTF**).

Tabla I-4 Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del Área del Proyecto

Vegetación	Tipo de vegetación	Superficie (m²)	
		Existente	Por afectar
Forestal	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	1,906,776	839,363
	Superficie de vegetación forestal total	***1,906,776***	***839,363***
No forestal	Pastizal inducido	161,069	94,399
	Superficie de vegetación no forestal total	***161,069***	***94,399***
	Superficie total de vegetación	***2,067,845***	***933,762***

Es importante mencionar que, de manera adicional a las superficies de compensación de la vegetación por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y a las áreas de ocupación temporal, en algunas áreas de ocupación permanente como es el área de módulos fotovoltaicos, se dejará que se desarrolle una nueva cobertura vegetal en condiciones herbáceas y/o arbustivas que no interfiera con la productividad o seguridad de los equipos instalados o con el acceso a las diversas áreas del Proyecto durante sus correspondientes mantenimientos.

En relación con la presencia de cuerpos y/o corrientes de agua, de acuerdo con el INEGI (2021), en el Área del Proyecto no se presentan corrientes o cuerpos de agua, sin embargo, con la finalidad de ratificar la ausencia de estos elementos, el 19 de mayo de 2026 el Promovente ingresó ante la CONAGUA (Organismo de Cuenca Golfo Centro) una solicitud de consulta para que sea este organismo el que defina si existe algún cuerpo de agua o cauce que por sus características sean considerados de jurisdicción federal dentro del polígono del Proyecto (**Anexo I.11 Solicitud de opinión de zonas federales a CONAGUA**). A fecha del ingreso de la presente MIA-R no se ha recibido la respuesta a dicha solicitud.

Tabla I-5 Superficie de incidencia del Proyecto con cuerpos de agua y zonas federales

Concepto	Superficie (m²)	
	Existente	Por afectar
Incidencia en cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	0.00 Sin presencia de cuerpos o corrientes de agua temporales y/o permanentes en el AP	0.00 Sin afectación.

Consulta al Público

Concepto	Superficie (m²)	
	Existente	Por afectar
Incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	0.00 Sin presencia de Zonas Federales en el AP	0.00 Sin afectación
Incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	0.00 Sin presencia de Zona Federal Marítimo Terrestre en el AP	0.00 Sin afectación.

El Proyecto se encuentra a poco más de 3.5 km de la línea costera más próxima, por lo que no tendrá incidencia en la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT).

I.5.3. Inversión requerida

El Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar contempla una inversión conceptual asociada al suministro, construcción, instalación, pruebas, puesta en marcha e interconexión de todos los sistemas que forman parte del Proyecto. Considerando la capacidad instalada, la tecnología seleccionada y los requerimientos de infraestructura eléctrica y civil, se estima una inversión aproximada de [redacted] (**Tabla I-6**).

Tabla I-6 Inversión general estimada para el Proyecto

Concepto	Cantidad/alcance	Participación aproximada (%)	Costo estimado (MXN)
Módulos fotovoltaicos LONGi Solar	226,896 módulos	26.0	[redacted]
Inversores Sungrow	30 inversores	5.5	[redacted]
Power Stations Sungrow	30 estaciones	7.0	[redacted]
Sistema BESS	Baterías ion-litio	28.0	[redacted]
Trackers y estructuras	Seguidores solares e hincado	9.0	[redacted]
Cableado DC y AC	Cableado general del parque	3.0	[redacted]
Red colectora MT	Canalizaciones y red 34.5 kV	3.0	[redacted]
Subestación elevadora	SE 34.57115 kV	6.0	[redacted]
Línea de transmisión	LT e interconexión	3.0	[redacted]
Obra civil	Caminos, drenajes y plataformas	5.0	[redacted]
Sistema SCADA y comunicaciones	Monitoreo y control	1.5	[redacted]
Sistema de seguridad y CCTV	Vigilancia y cercado	1.0	[redacted]
Permisos y estudios	Trámites y estudios técnicos	0.3	[redacted]

Consulta al Público

Concepto	Cantidad/alcance	Participación aproximada (%)	Costo estimado (MXN)
Supervisión y gestión de obra	Administración EPC	0.8	[redacted]
Pruebas y puesta en marcha	Energización y comisionamiento	0.5	[redacted]
Imprevistos y contingencias	Reserva financiera	0.4	[redacted]
Inversión total estimada: [redacted]			

I.5.4. Características de los componentes del Proyecto

El Proyecto está diseñado para generar e inyectar a la red eléctrica una potencia neta de 115 MW_{AC}. Dicha instalación estará formada por 226,896 paneles (módulos) fotovoltaicos (FV) con una potencia en corriente directa de 660 Wp cada uno, sumando en total 149.75 MWp, estos módulos serán montados sobre una estructura de acero del tipo seguidor solar (tracker) a un eje en posición horizontal.

La energía generada por los módulos FV, pasa por una conversión de corriente directa (DC) a corriente alterna (AC) realizada por los inversores solares los cuales envían esta energía hacia los centros de transformación (CT) para ser elevada de un nivel de tensión de 500 V a la salida de los inversores hasta un voltaje de 34.5 kV mediante un transformador de media tensión (MT) ubicado en dichos CT. La potencia de salida de los transformadores de MT ya adecuada a 34.5 kV, se dirige hacia la Subestación (SE) elevadora interna de la central fotovoltaica (SE particular) mediante una red de circuitos de MT.

Finalmente, la capacidad completa de toda la central fotovoltaica (115 MW_{AC}) se transmitirá por una Línea de Transmisión Eléctrica[1] (LT) hasta la SE de Interconexión que será operada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), donde se interconecta al SEN, directamente en la SE SANTA FE, la cual será el punto de interconexión del Proyecto SE de Interconexión.

Las principales características del Proyecto se presentan en la **Tabla I-7**.

Tabla I-7 Características generales del Proyecto

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar	
Potencia Instalada	149.75 MW_{pk}
Potencia Neta	115 MW_{AC}
Número de módulos fotovoltaicos totales	226,896

[1] La Línea de Transmisión Eléctrica será sometida al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) mediante una Manifestación de Impacto Ambiental independiente a la del presente Proyecto.

Consulta al Público

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar	
Potencia por cada módulo fotovoltaico	660 W
Número total de inversores	30
No. de Centros de Transformación	30 de 4,400 kVA cada uno
Potencia nominal de cada inversor	4,400 kVA
Tipo de estructura de soporte	Seguidor 1 eje Horizontal
Número de seguidores (tracker)	2,672
Número de horas equivalentes (P90)	2,071 kWh/kWp/año
Producción anual de energía (P90)	310 GWh/year

Los principales componentes y/o elementos que conformarán al Proyecto, se describen a continuación.

I.5.4.1. Módulos fotovoltaicos

La constitución de un módulo FV es a base de celdas fotovoltaicas (ya sea del tipo monocristalino o policristalino) como la unidad básica, estas celdas se conectan entre sí para llegar a la potencia nominal del módulo FV de 660 W. Debido a la tecnología del módulo FV seleccionado para este Proyecto, las celdas que lo componen se agrupan y son unidas en una superficie denominada vidrio-vidrio.

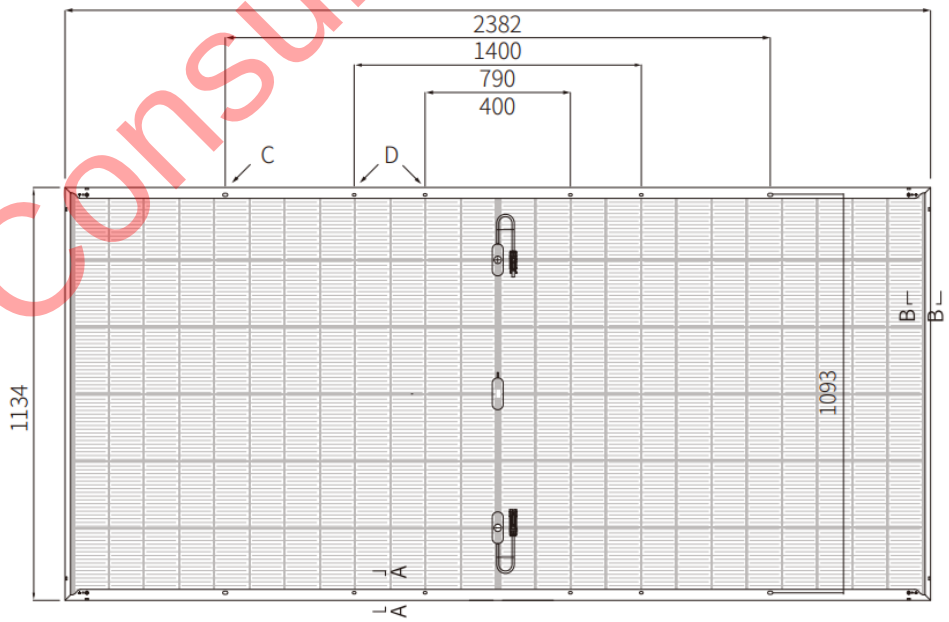


Figura I-3 Dimensiones del módulo FV

Consulta al Público

El tipo de módulo FV que se instalará en el Proyecto es el denominado BIFACIAL DUAL GLASS MODULEM, este tipo de módulo incorporan una lámina en la cara posterior de la célula que, por un lado, permiten una mayor captación de la luz solar, y por otro, una mayor captación de electrones, por lo que se genera más electricidad y, en consecuencia, mayor potencia.

El Proyecto utilizará 226,896 módulos bifaciales modelo LR8-66HYD-660M de 660 W cada uno que en conjunto suman una capacidad instalada de 149.75 MWp en corriente directa.

La central fotovoltaica tendrá una producción anual de energía (P90) de 310 GWh-año, una producción especifica anual de 2,071 kWh/kWp/año y un Performance Ratio (PR) de 88.67 %.

I.5.4.2. Estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos

Sabiendo que el máximo aprovechamiento de la energía proveniente de la radiación solar se realiza cuando los módulos FV están situados en posición perpendicular a los rayos solares, el Proyecto contará con un sistema de seguidores horizontales de un eje con dirección Norte - Sur, con el fin de incrementar la generación eléctrica exponiendo y orientando los módulos FV en todo momento perpendicularmente en dirección al sol, aprovechando así la mayor radiación posible del sitio, los seguidores son parte del sistema de montaje de los módulos FV y a su vez el sistema de soporte al suelo.

Los módulos FV se situarán alineados por encima del tubo eje seguidor teniendo la capacidad de giro de -52° a +52°, lo cual significa que al inicio del día el seguidor solar mantendrá a los módulos FV orientados con la cara frontal 52° hacia el Este (por la mañana) y girará siguiendo al sol hasta llegar al punto donde los módulos FV quedarán orientados 52° al Oeste (por la tarde).

El montaje de los módulos FV en el seguidor será de forma vertical alineados uno al costado del otro, lo que se le llama configuración 1V.



Figura I-4 Modo de montaje del módulo FV

Consulta al Público

La estructura del seguidor está diseñada para resistir el peso propio, el peso de los módulos FV, las sobrecargas de acumulación de polvo, de viento y de nieve según normativa IEC o ANSI.

El material utilizado para la construcción de los tracker es de acero galvanizado, con lo que las estructuras de soporte estarán protegidas contra la corrosión. La tornillería de la estructura podrá ser de acero galvanizado o inoxidable. El modelo de fijación garantizará las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir carga que puedan afectar a la integridad de los módulos FV.

El seguidor cuenta con un método de seguimiento mediante sistemas de control automático que realiza un seguimiento astronómico (mediante un algoritmo empleando GPS) y que estará conectado a la sala de control de la central fotovoltaica.

En total se instalarán 2,672 trackers en todo el Proyecto. La distancia entre filas será de entre 5 y 7 metros para evitar el auto sombreado de una fila de módulos FV a la siguiente y garantizar el acceso para el mantenimiento de los módulos FV y trackers.

Consulta al Público



Figura I-5 Ejemplo de montaje de módulos FV

La estructura posee una resistencia al viento de 225 km/h en exposición a ráfagas de 3 segundos de viento tipo C (considerando el tracker en posición de seguridad). A su vez el tracker cuenta con tecnología que permite que independientemente de la altura en la que se encuentre una o varias filas de módulos FV (para los casos de terrenos irregulares), pueda moverse de manera autónoma basado en el ángulo de incidencia de la radiación solar, a este sistema se le denomina Backtracking.

I.5.4.3. Inversores

El camino que recorre la energía capturada por los módulos FV en corriente directa es largo y pasa por varias etapas, una de ellas es el paso por los inversores solares. Cuando la corriente continua llega al inversor es dirigida a un circuito electrónico el cual convierte (invierte) la corriente continua en corriente alterna.

Estos equipos serán los encargados de administrar la energía producida, ya que son los encargados de "modular" dicha energía según las condiciones reales en cada momento del día, los inversores tendrán la capacidad de variar los parámetros eléctricos (tensión, corriente, frecuencia, factor de potencia, potencia reactiva, etc.) de acuerdo con las diferentes necesidades que requiera la red eléctrica en tiempo real.

Para este acondicionamiento de potencia se instalarán 30 inversores tipo "string", modelo SG4400UD-MV-US cuya potencia nominal de cada uno será de 4.4MW@40°C, esta clase de inversores manejan una eficiencia de 99.00 % permitiendo altos rendimientos, su nivel de máxima tensión a la salida (en este punto es donde inicia la parte de AC de todo el sistema) es de 4,400 kVA en corriente alterna.



Figura I-6 Inversor SG4400UD-MV-US

Los inversores, al ser tipo string solamente trabajan con una sección mínima de módulos FV lo cual maximiza la eficiencia del Proyecto minimizando el impacto a causa de interrupciones por fallas en módulos, sombras, conexiones, etc.

Consulta al Público

En los inversores también se implementan los sistemas de comunicación y control necesarios dentro de un sistema de adquisición de datos (SCADA[2]), el cual servirá para visualizar y administrar los parámetros eléctricos de la generación de energía.

Los inversores serán montados en una estructura independiente a un costado de las estructuras de soporte de módulos FV (tracker), esto para hacer practica su instalación y el mantenimiento o reemplazo de estos pueda ser cómodo y seguro para el personal operativo, los inversores se conectarán a las estaciones de media tensión (Centros de Transformación) para elevar el nivel de tensión de Baja a Media Tensión (BT/MT). Las principales características técnicas de los inversores se muestran en **Tabla I-8**.

Tabla I-8 Características de los inversores

Inversores	
Modelo	SG4400UD-MV-US
Certificaciones IEC, ANSI.	UL 62109-1, UL 62109-2, UL 1741, IEEE 1547, UL 1741 SA, NEC 2017, CSA C22.2 No.107.1-01, PRC-024, Rule 21 y IEC 62443-4-2:2019.
Capacidad del inversor en (kW y kVA).	4,400[kW] y 4,400[kVA]
Potencia nominal en kW.	4,400[kW] @ 40°C
Voltaje nominal en kV.	1.5 kV
Potencia activa a FP +/-0.95.	4,400[kW] @ 40°C
Características eléctricas de los inversores	• Rango de operación de voltaje: 915V ~ 1,500V • Frecuencia: 55/65 Hz • Factor de potencia: 0.8 LG, 0.8 LD • Corriente nominal: 630 [A]
Eficiencia del inversor	98.5 %
Máx. corriente de corto circuito (A)	4*5000 A

Consulta al Público

I.5.4.4. Centro de transformación

Los Centros de Transformación (CT) están constituidos por contenedor tipo marítimo que ocupará una superficie de 14.77 m^2. El número de CT que compone el Proyecto es de 30 donde la superficie total de ocupación de los CT será de 443.08 m^2, cada uno de estos CT albergará en su interior principalmente:

- Un transformador de BT/MT, de 6.3 MVA

[2] Supervisory Control And Data Acquisition

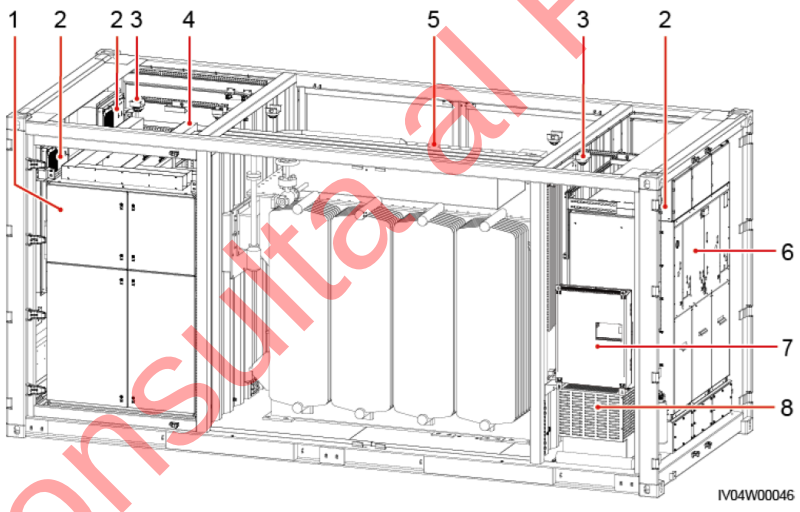
- Celda de MT con protecciones y módulos de control
- Módulo de BT

Esta solución cumplirá con la legislación municipal de referencia en el lugar de implantación respecto a acciones constructivas y seguridad frente a incendios.

Cada contenedor, tiene una entrada de cables por la parte inferior del armario, por lo que el local tiene habilitado un zócalo de entradas adecuado. Los contenedores cumplirán las siguientes propiedades mínimas exigibles:

- Impermeabilidad.
- Facilidad de Instalación.
- Equipotencialidad.

Su estructura, capaz de soportar grandes cargas, consiste en un único bloque de acero soldado, que permite garantizar una gran resistencia y durabilidad en el tiempo.



(1) LV PANEL A (2) Heat exchanger (3) Smoke sensor
(4) LV PANEL B (5) Transformer (6) Ring main unit
(7) Power distribution box (PDB) (8) Auxiliary transformer

Figura I-7 Centro de transformación típico

Para la instalación de los CT, será necesaria una cimentación para el apoyo del contenedor, la cimentación será a base de vigas cuyo grosor y dimensiones se definirán en el proyecto ejecutivo.

La parte central de los CT es el Transformador de MT/BT (Transformador de MT), el cual tiene las características que se presentan en la **Tabla I-9**.

Consulta al Público

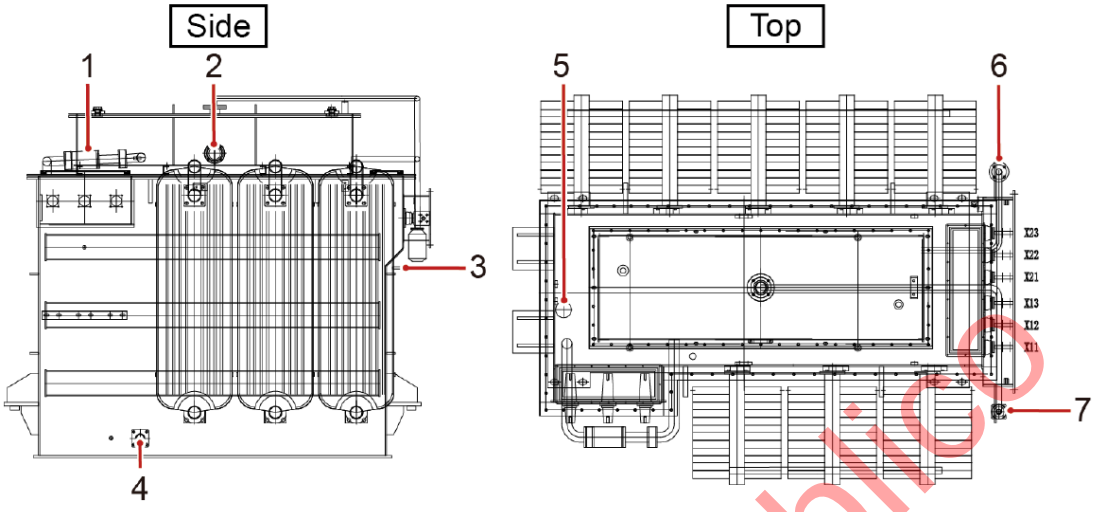


Figura I-8 Transformador BT/MT

Tabla I-9 Características técnicas del transformador de MT

Transformador de MT	
Tipo	STS-6000K-H1
Fabricante	Huawei
Zona Climática	Cálido
Temperatura de funcionamiento	-25°C a +60°C
Peso	< 23 t
Estándares	IEC62271-202, IEC62271-200, IEC60076-IEC61439-1
Tipo de Transformar	Inmerso en aceite
Tipo de aceite del transformador	Aceite mineral
Numero de Fases	Tres
Capacidad (Potencia)	6,300kVA@40°C / 5,400kW@50°C
Unidades	30
Frecuencia	60 Hz
Tensión Primaria	34.5 KV
Rango de golpeteo	±2 x 2,5 %
Refrigeración	ONAN
Grupo de Conexión	Dyn11 -yn11 a
Altitud Media sobre nivel del mar	2,000 m.
Impedancia de cortocircuito	6.5% (0 a +10 %) @6000 kVA

Consulta al Público

Transformador de MT	
Dimensiones (altura x ancho x profundidad)	6,058 mm x 2,896 mm x 2,438 mm

I.5.4.4.1. Plataforma y cimentaciones

Como se ha mencionado, para la instalación de los CT, será necesaria una cimentación para el apoyo del contenedor, la cimentación será a base de vigas de concreto donde además de ser la base para el apoyo del contenedor de cada CT, servirá como estructura de anclaje de este.

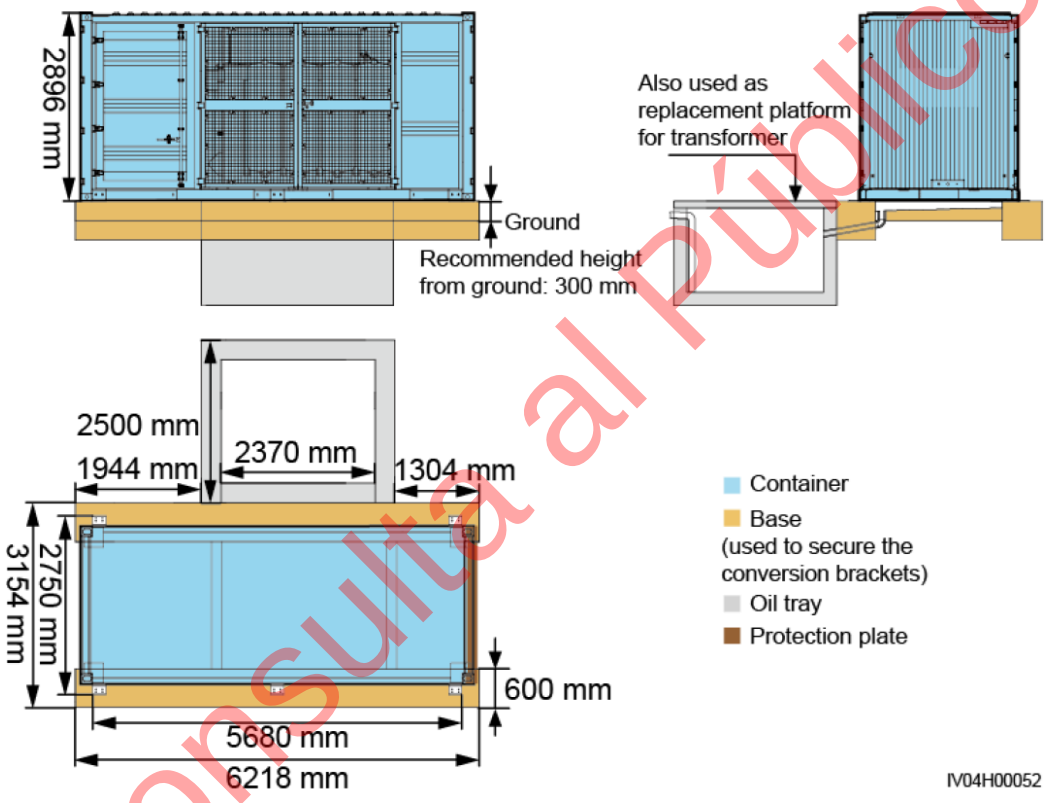


Figura I-9 Dimensiones cimentación y fosa de aceite

El tamaño de cada columna de concreto no será inferior a 6,218 mm de largo por 600 mm de ancho, respecto a la altura de la columna (riel o viga) será variable; cada una las dimensiones finales se obtendrán de los análisis del tipo de terreno, tipo de concreto y factores adicionales, el contenedor se colocará en el centro de los cimientos.

El peso del contenedor de los CT es de 22 toneladas y sus dimensiones de base de 6.058 metros de largo por 2.438 metros de ancho, el cual se considerará al momento del diseño definitivo de la cimentación.

Consulta al Público

A un costado de los rieles de concreto para el apoyo del contenedor de los CT se incorporará una fosa de captación de aceite mineral con una capacidad de 3,850 litros, necesaria para el mantenimiento del Transformador de MT.

I.5.4.5. Red de media tensión

La energía que sale de los CT es enviada hacia los tableros de MT en la SE Elevadora de la central fotovoltaica mediante una Red de Media Tensión (RMT) el cual se plantea inicialmente que sea subterráneo compuesto por cables de MT con una cubierta aislante adecuada para su uso directamente enterrados. En la parte AC, tanto las acometidas a los inversores en intemperie como a los centros de transformación se realizarán mediante instalación enterrada.

Las zanjas o trincheras donde se alojarán los cables de MT serán de 1.100 m de profundidad y ancho variable, siendo esta dimensión definida por la cantidad de circuitos contenidos en una misma zanja, así como de condiciones específicas durante su trayectoria, tal como cruces con caminos (**Figura I-10**), debido a ello, el ancho mínimo de las zanjas será de 0.600 m (para un circuito) y el máximo de 5.300 m (para ocho circuitos). Se proyecta la construcción de diez tipos de zanjas con una longitud de 9.702 km y una superficie de 10,298 m^2 (**Tabla I-10**), siendo su trayectoria predominantemente paralela a los caminos internos.

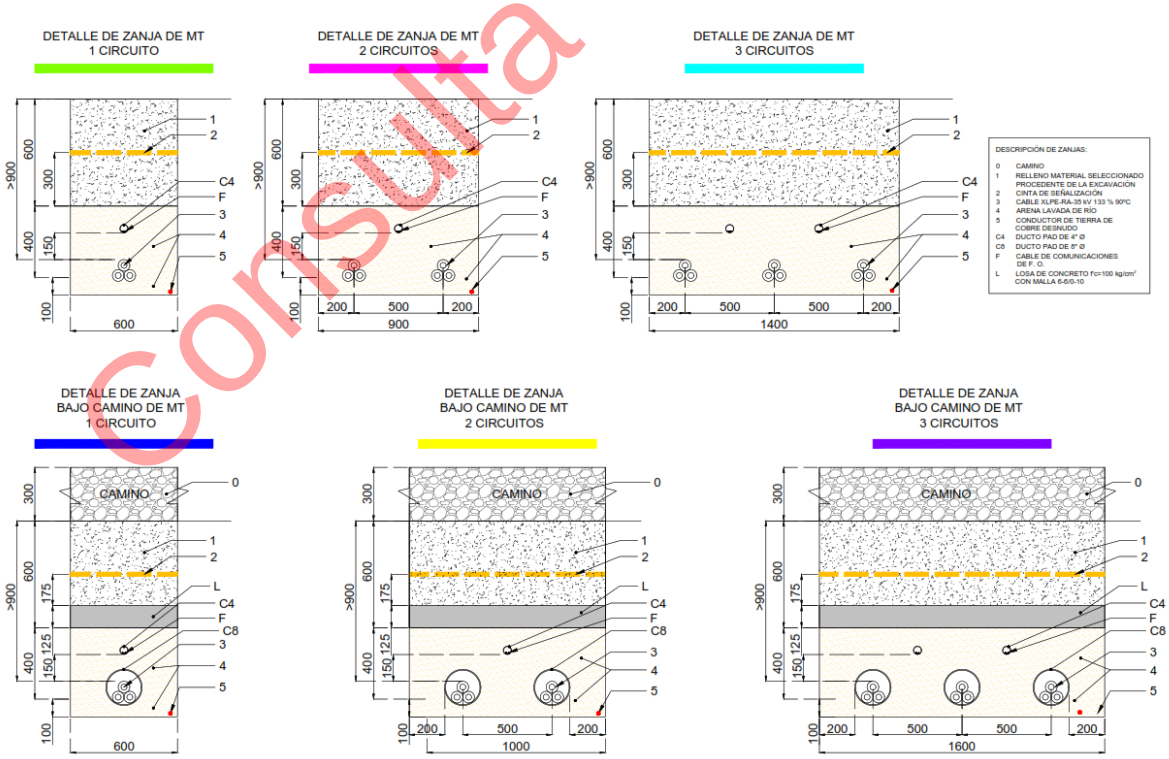


Figura I-10 Ejemplos de zanjas de MT para uno, dos y tres circuitos

Consulta al Público

Tabla I-10 Longitudes y áreas totales de las zanjas de MT

Zanja	Circuitos	Ancho (m)	Longitud (m)	Área (m^2)
Tipo 1	1	0.600	4,752	2,869
Tipo 2	2	0.900	2,447	2,214
Tipo 3	3	1.400	415	580
Tipo 4	4	2.200	1,891	4,164
Tipo 5	1	0.600	49	31
Tipo 6	2	0.900	29	26
Tipo 7	3	1.400	23	32
Tipo 8	4	2.200	34	73
Tipo 9	8	5.300	56	271
Tipo 10	8	5.300	7	37
		Total	***9,702***	***10,298***

Para la RMT, se realizará una optimización técnico-económica desde los centros de transformación hasta la SE Elevadora del Proyecto, teniendo en cuenta la minimización de pérdidas, el cumplimiento de las caídas de tensión admisibles en función de las distancias y la capitalización de las pérdidas de energía. A continuación, se describen otros sistemas que componen la RMT.

A. Cuadros de agrupación

Los cuadros de agrupación serán armarios de construcción modular, monobloque y que reagruparán los buses de corriente continúa integrando los elementos de protección y maniobra necesarios (interruptores, seccionadores de corte en carga, fusibles). Los cuadros de agrupación serán adecuados para trabajo en intemperie, completamente estancos, y protegidos del polvo y contra el agua (grado de protección IP55). Los cuadros de agrupación serán metálicos o de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Desde estos cuadros se acometerá la entrada a los inversores.

B. Puesta a tierra

El sistema de tierras del Proyecto se diseñará de acuerdo con los estudios de mecánica de suelos y mediciones de resistividad del terreno, permeabilidad y capacidades térmicas, lo anterior para

Consulta al Público

obtener el calibre adecuado del cable de cobre que se instalará en la red de tierras, que típicamente es calibre 1/0 AWG, sin embargo, se confirmará con estudios.

En principio, todas las instalaciones del Proyecto, tanto de la sección de continua como de la sección alterna, estarán conectadas a un único sistema de tierra. En la ingeniería de Detalle se indicarán las características específicas de la instalación de puesta a tierra (sección de cable, profundidad de instalación, elementos de conexión, etc). El material de los conductores de tierra será normalmente de cobre. Siempre que sea posible se aprovechará para la instalación del sistema de tierras, la red de zanjas de la RMT y el sistema de cableado de BT.

C. Protecciones

La central fotovoltaica contará con todos los elementos de protección necesarios para asegurar la integridad de las personas y equipos y facilitar las operaciones de mantenimiento. Las protecciones que se incluyen son:

- Protección contra el funcionamiento en isla.
- Protección de sobre corriente.
- Protección máxima y mínima tensión.
- Protección máxima y mínima frecuencia.
- Protección de desfase de ángulo.
- Temporizador programable.
- Fusibles para Strings.
- Protecciones contra sobretensiones en Strings e inversor.
- Seccionadores de corriente continua.

Se dotará a la instalación de protecciones en cada línea de generación de modo que se pueda aislar la zona de fallo sin desconectar toda la instalación, disponiendo de medios de desconexión en la salida del generador fotovoltaico (o entrada del inversor) en continua y en la salida del inversor en alterna, los cuales se seleccionarán de acuerdo con la Normatividad Vigente Aplicable.

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente. La instalación contará con elementos de protección adecuados y coordinados de acuerdo con la normativa y la situación de la Red eléctrica en la zona.

Adicionalmente y una vez contando con estudios adecuados de niveles ceráunicos, se evaluará la instalación de dispositivos de protección contra descargas atmosféricas.

Consulta al Público

I.5.4.6. Subestación elevadora

La energía generada por los módulos FV y a su vez convertida a corriente AC por los inversores, es dirigida mediante la Red de MT hacia la subestación (SE) elevadora interna de la central fotovoltaica, esta SE es donde se eleva el nivel de tensión de 34.5 kV de la red de MT al nivel de 115 kV.

El nivel de tensión de 115 kV es necesario ya que justo ese valor es el nivel de tensión en el que opera el punto de interconexión (SE Interconexión) donde finalmente la energía generada por la central fotovoltaica se inyectará al Sistema Eléctrico Nacional.

El Proyecto contempla la construcción y operación de una SE elevadora de 34.5/115 kV en configuración sencilla de una sola bahía y un solo alimentador, todos los equipos que componen esta SE se ubicarán dentro de un mismo predio que ocupará una superficie aproximada de 4,150 m^2. La SE elevadora contempla caminos y pisos interiores, equipos de AT, estructuras de soporte, transformador de potencia con tanque colector de aceite, un almacén general, un almacén de residuos peligrosos, caseta de vigilancia, área de estacionamiento y fosa séptica.

Los principales datos técnicos de ingeniería electromecánica correspondientes a la SE elevadora del Proyecto se establecen en la **Tabla I-11**.

Tabla I-11 Niveles de tensión y aislamiento de la SE elevadora

Tensión nominal del sistema [kV]	Tensión máxima del sistema [kV]	Tensión de aguante al impulso por rayo [kV]
115	123	550

Para la realización de la transformación de le energía de 34.5 kV a 115 kV se instalará un transformador de Potencia de 120/130 MVA de potencia aparente, mismo que cuenta con las características que se presentan en la **Tabla I-12**.

Tabla I-12 Características del transformador de potencia de la SE elevadora

Característica	Descripción
Fabricante	WEG o similar
Modelo del transformador	Tipo aceite - Trifásico
Capacidad nominal ONAN / ONAF	120/130 MVA
Tensión nominal de devanados	34.5/115 kV
Impedancia nominal devanado HV-MV sec 1,2	10.0%

Consulta al Público

Característica	Descripción
Impedancia nominal devanado HV-MV sec 0	12.0%
Relación X/R, HV-MV sec 1,2	20.47
Relación X/R, HV-MV sec 0	25.62
Nivel básico de aislamiento al impulso por rayo KV, HV	1050 kV
Nivel básico de aislamiento al impulso por rayo KV, MV/MV	200/200 kV
Conexión de los devanados	Estrella / delta / delta
Diagrama vectorial	Yn0d11
Cambiador de derivaciones (tap)	+/- 10x1% c/u
Cambiador de derivaciones nominal (tap-nom)	115 kv
Control del cambiador de derivaciones (tap)	Automático
Numero de tap's positivos	10
Numero de tap's negativos	10
Resultados de pruebas	De acuerdo con las normas NMX-J284-ANCE, NMX-J-169-ANCE-2004 y NMX-J-285-ANCE-2005 vigentes
Corriente de exitancion HV	0.5% de la corriente a potencia máxima
Relación de perdidas entre devanados	De acuerdo con el punto 3.19.1 de la NMX-J284-ANCE vigente
Relación de perdidas en el cobre pcuh / pcux	De acuerdo con el punto 3.19.2 de la NMX-J284-ANCE vigente
Perdidas en vacío	De acuerdo con el punto 3.19.3 de la NMX-J284-ANCE vigente
Eficiencia	99.55% (estimada)
Curva de saturación	Por fabricante. De acuerdo con las normas NMX-J284-ANCE, NMX-J-169-ANCE-2004 y NMX-J-285-ANCE-2005 vigentes

Consulta al Público

La subestación elevadora de la central fotovoltaica contempla como parte de la ingeniería básica civil la definición de los principales componentes en lo que se refiere a terracerías o pavimentos, pisos y caminos interiores, plataforma, valla perimetral, cimentaciones e instalaciones auxiliares. La parte de ingeniería civil de las instalaciones de la SE elevadora se describen de manera general a continuación.

I.5.4.6.1. Terracerías SE

La SE elevadora se desplantará en una plataforma cuyo nivel de terracería terminada se adecuará con base en la topografía detallada que se realizará en etapas más avanzadas del Proyecto y su

diseño final se realizará en la ingeniería de detalle. Esta plataforma abarcará el área de la subestación donde se encuentren instalaciones ya sea del tipo civil o electromecánica. La definición de los cortes y rellenos requeridos para la conformación de dichas plataformas se realizarán con base en los siguientes puntos:

- Levantamiento Topográfico detallado del predio para emplearlo para el diseño de la ingeniería de terracerías.
- Los taludes que resulten de terraplenes serán debidamente confinados y compactados con el equipo adecuado, al 95 % de la prueba Proctor SCT.
- Se realizará un estudio hidrológico para a su vez realizar un estudio hidráulico que definirá la protección contra erosión, socavación y/o deslave por lluvias de los taludes de la plataforma, así como cunetas y contracunetas.

I.5.4.6.2. Pisos terminados SE

Los pisos para las áreas eléctricas de las zonas de 115 kV, serán con terminado de piedra grava (zonas donde se ubiquen estructuras de acero y equipos primarios). Con la finalidad de evitar el crecimiento de hierba se aplicará al suelo un tratamiento en el área de pisos terminados (excepto en pisos de concreto y/o asfalto), el cual considerará una mezcla de cemento-arena o cal-arena donde el espesor de este tratamiento será de 5 cm.

Una vez que se tenga acondicionada la superficie del terreno para recibir el piso terminado, se aplicará el terminado de piedra grava mencionado anteriormente; para ello, se usará grava con un diámetro en el rango de 25 a 38 mm, material que será cribado y lavado, extendiéndose hasta formar una capa de 10 cm de espesor delimitada por guarniciones de concreto armado.

Para las zonas de caminos interiores y estacionamiento, el piso será de carpeta asfáltica o bien concreto hidráulico.

I.5.4.6.3. Caminos interiores SE

Este concepto se refiere a las vialidades que serán construidas en el interior de la parte del predio destinado a la SE elevadora y cuyo propósito será el tránsito adecuado para la realización de mantenimientos, inspecciones y maniobras dentro de la SE, considerando lo siguiente:

- **Caminos de tránsito y zona de estacionamiento.** El acabado de los caminos será de carpeta asfáltica o concreto hidráulico (que se definirá en la ingeniería de detalle de acuerdo con las especificaciones particulares del Proyecto) el cual permitirá la circulación a las diferentes áreas de la instalación. Generalmente estos caminos tienen un ancho de 4 m.

Consulta al Público

- **Caminos de mantenimiento.** Estos caminos se comunican desde los caminos de tránsito permitiendo el acceso en forma transversal hacia el interruptor de potencia principalmente, con un acabado de carpeta asfáltica o concreto hidráulico (que se definirá en la ingeniería de detalle de acuerdo con las especificaciones particulares del Proyecto) y un ancho mínimo de 3 m.

Todos los caminos podrán estar delimitados perimetralmente por una guarnición de concreto debidamente protegida con pintura para señalamiento de tránsito convencional color amarillo.

I.5.4.6.4. Cimentaciones mayores y menores

Las cimentaciones en general se diseñarán con base en un estudio geotécnico del predio de la subestación y con los requerimientos indicados en las especificaciones de ingeniería de detalle.

Las cimentaciones mayores se refieren a las cimentaciones para estructuras mayores.

Las cimentaciones menores serán las cimentaciones para los siguientes equipos: interruptores de potencia, cuchillas, transformadores de corriente, transformadores de potencial inductivos, transformadores reductores para servicios propios y auxiliares (TRSPA) y apartarrayos, así como para los aisladores y torre de telecomunicaciones

La altura de las cimentaciones y bases de los equipos primarios garantizará la altura de seguridad mínima para el nivel de 115 kV, en este caso de:

- 4.20 metros entre partes vivas y piso.
- 2.30 metros entre la parte inferior de los aisladores y el piso.

I.5.4.6.5. Estructuras mayores y menores

Las estructuras mayores y menores en zona de 115 kV se diseñarán de celosía a base de ángulos. Todas las estructuras y su tornillería serán galvanizadas por inmersión en caliente.

Para los elementos estructurales para celosía (ángulos) de las estructuras mayores, el espesor mínimo a utilizar será 4.8 mm (3/16").

Las estructuras menores son las requeridas para los equipos siguientes: cuchillas, transformadores de corriente, transformadores de potencial inductivo, transformadores reductores para servicios propios y auxiliares (TRSPA), apartarrayos y trampas de onda, así como para los aisladores y torre de telecomunicaciones.

Consulta al Público

Para el diseño de las estructuras menores se considerará que la altura de estas estructuras y sus cimentaciones serán tal que garantice las siguientes alturas de seguridad mínimas:

- 4.20 metros entre partes vivas y piso
- 2.30 metros entre la parte inferior de los aisladores y el piso.

I.5.4.6.6. Drenajes

El diseño del sistema de drenaje se realizará de acuerdo con los resultados de los estudios hidrológico e hidráulico, por tanto, se considerará en el diseño del drenaje pluvial, los escurrimientos naturales y artificiales, así como el desalojo de aguas estancadas por depresiones del terreno.

Para la realización del diseño del drenaje pluvial, típicamente se emplean cunetas tipo camino o bien una red de zanjas de concreto con rejilla para captar el agua de lluvia y dirigirla hacia el punto determinado de desfogue. El sistema de drenaje pluvial considerará toda el área de la subestación.

Para la evacuación de aguas negras, la SE elevadora contará con una fosa séptica, por tanto, el drenaje correspondiente será dirigido a la misma mediante tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD).

I.5.4.7. Cuarto de control

Se contempla la construcción de una edificación que ocupará una superficie de 306 m^2 donde se encontrarán las oficinas y todos los equipos electrónicos necesarios para la operación de toda la central fotovoltaica como la propia SE.

El cuarto de control tendrá características variables en lo referente a sus acabados y tipo de construcción, ya sea que se trate de paneles prefabricados o bien construida en sitio, en todo momento se evitará el uso de ventanas, en su lugar se podría colocar bloques de vitroblock, las puertas siempre serán metálicas y de preferencia con aislante térmico. Las losas del cuarto principal de control se impermeabilizarán, adicionalmente se cuidará que la edificación quede por encima del nivel freático. El cuarto de control tendrá todos los servicios para la buena estancia de los operadores.

I.5.4.7.1. Instalaciones hidrosanitarias

Este concepto se refiere a las instalaciones asociadas a los servicios de agua potable y sanitarios. Los servicios de suministro de agua se abastecerán mediante pipas mediante un servicio de abastecimiento de agua mensualmente en una cisterna prefabricada con capacidad de 5,000 litros y un tinaco con capacidad de 1,000 litros.

Consulta al Público

Para el funcionamiento de los sistemas hidrosanitarios también se considera una bomba para distribución de agua, tuberías de agua, drenajes (incluidos en el sistema de drenajes general de la SE elevadora), además de una fosa séptica tipo ecológico, así como otros equipos y materiales requeridos para la operación segura y confiable de estos sistemas de distribución y uso de agua.

I.5.4.8. Sistema de almacenamiento de energía (BESS)

El Proyecto contempla la integración de un Sistema de Almacenamiento de Energía mediante baterías (BESS), cuya finalidad será almacenar energía eléctrica generada por la central fotovoltaica para su posterior despacho conforme a las necesidades operativas del sistema eléctrico, mejorando la estabilidad de entrega de energía, reduciendo variaciones de generación e incrementando la flexibilidad operativa de la central fotovoltaica.

El sistema BESS estará integrado por:

- Contenedores de baterías de ion-litio
- Sistemas PCS (Power Conversion System)
- Transformadores
- Sistema EMS
- Sistema HVAC
- Sistema contra incendios
- Infraestructura de control y monitoreo

Las principales características técnicas del sistema BESS se presentan en la **Tabla I-13**.

Tabla I-13 Características del sistema BESS

Sistema BESS	
Capacidad del Sistema de Almacenamiento	34.5 MW
Energía del Sistema de Almacenamiento	103.5 MWh
Tiempo de respuesta	3 hrs
Tensión nominal	34.5 kV

I.5.4.9. Cerca perimetral y caseta de vigilancia

El perímetro de las instalaciones principales o instalaciones "internas" (módulos FV, trackers, inversores, cableado, red de MT, SE Elevadora, etc.) del Proyecto se ubicarán en una zona delimitada con una cerca perimetral para garantizar su seguridad física, dicha cerca estará diseñada para permitir el paso de especies pequeñas de fauna local, la cerca delimitará una

Consulta al Público

superficie de 282.503 ha que serán suficientes para contener todas las instalaciones internas del Proyecto, la longitud de la cerca será aproximadamente de 10,956 metros lineales.

El cierre perimetral, será realizado con malla de alambre galvanizado o de un material similar, tendrá una altura de 2.5 m y cada 3 m tendrá postes tubulares con tapón metálico para sostener la malla, protección de agujas, orejas y ganchos soldados a postes que sujetarán la malla de acero. Los postes y la malla de acero son galvanizadas en inmersión en caliente para alargar su durabilidad y aumentar su resistencia en condiciones atmosféricas a las que puedan estar expuestos. Se prevé un acceso para la entrada y salida de personas y materiales al Proyecto.

Para el control de acceso a las instalaciones de la central fotovoltaica se ubicarán tres casetas de vigilancia las cuales serán construcciones sencillas con superficies de 62.5 m^2 cada una de ellas, en las que básicamente se tendrá un sanitario, un espacio para guardar objetos, aire acondicionado y el área de vigilancia.

Con el fin de vigilar posibles intromisiones al Proyecto y evitar vandalismo, cercano a la valla perimetral se instalará un circuito cerrado de televisión (CCTV), el cual consistirá en la colocación de cámaras sobre postes de 10 m de alto.

I.5.4.10. Caminos de acceso

El acceso al Proyecto debe garantizar la seguridad del tránsito y la mejor fluidez durante la construcción del Proyecto, así como durante su Operación y mantenimiento, además de garantizar el menor impacto al medio ambiente, por lo que un diseño adecuado es necesario considerando que sobre el mismo transitarán múltiples vehículos, tales como:

- Camiones que llevarán los equipos y materiales
- Maquinaria
- Vehículos de suministros, y todo lo necesario para ser utilizado durante la etapa de construcción
- Vehículos de transporte de personal
- Vehículos varios

Para poder llegar hasta el predio principal del Proyecto, se contemplan accesos sobre la carretera federal 180 Veracruz – Poza Rica dirección a Veracruz, los accesos se proyectan preliminarmente en los kilómetros 52+130 y 51+800 de dicha carretera. Como camino de acceso alternativo se ha considerado un acceso al suroeste del Área del Proyecto sobre la carretera estatal La Antigua – Vargas en las inmediaciones de la localidad El Chamizal.

Consulta al Público

Los caminos de acceso tendrán un ancho o superficie de rodamiento de 6 m con una superficie de ocupación de 2.722 ha (incluyendo los entronques con la carretera federal 180 Veracruz – Poza Rica y la carretera estatal La Antigua – Vargas) y una longitud aproximada de 4,240 m.

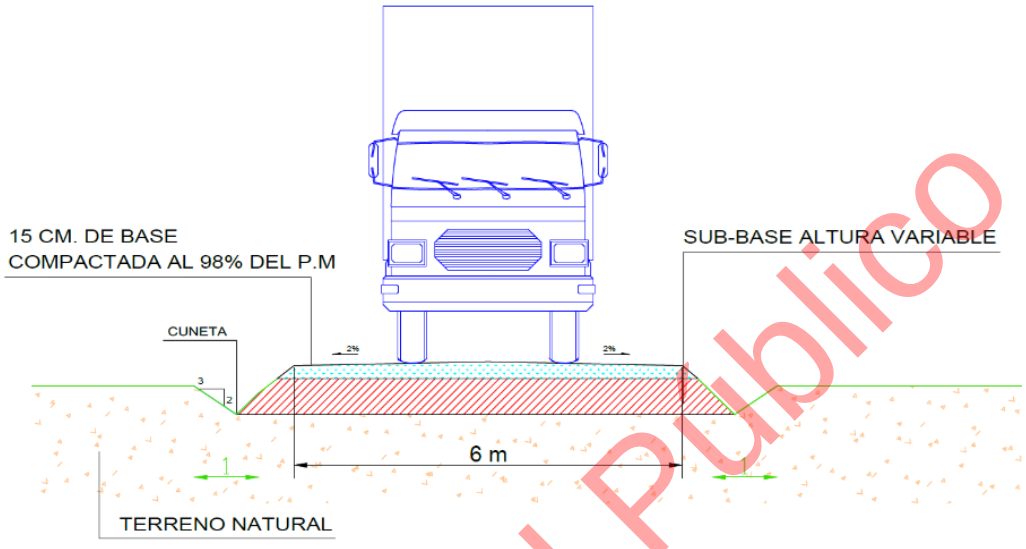


Figura I-11 Sección de camino típica

En el entronque de los accesos con la carretera se encuentran los carriles de desaceleración y aceleración[3], mismos que inician sobre la misma carretera unos metros antes de llegar al punto de acceso, realizando poco a poco una ampliación de los carriles existentes de la propia carretera para así, al momento de llegar realmente al punto de acceso, mediante un acoplamiento geométrico donde se hace coincidir el nuevo carril con el camino de acceso al Proyecto mediante curvas adecuadas para los vehículos que transitarán hacia el Proyecto, este carril se unirá con el resto del camino dando continuidad al mismo.

Los caminos de acceso serán construidos y adecuados como terracería, solo utilizando una capa de subrasante rescatando el material del sitio y las capas de sub-base con material tipo B[4] y una base de material tipo A[5] compactado y en caso de necesitar obras de drenaje (cunetas o drenaje transversal) también serán incorporadas. Tanto la altura de las capas que compondrán la estructura del camino como las dimensiones de las cunetas (y su existencia) serán definidas posteriormente en la ingeniería de detalle.

[3] Los caminos de desaceleración y aceleración se diseñarán de acuerdo y en cumplimiento con la normativa SCT.
[4] Material tipo B. material granular combinación de arena y grava de alta compactación y capacidad de carga media.
[5] Material tipo A. material granular combinación de arena y grava de alta compactación y capacidad de carga.

Consulta al Público

I.5.4.11. Caminos internos

Similar a los caminos de acceso al Proyecto, los caminos internos deben garantizar el adecuado y seguro tránsito dentro de la central fotovoltaica, por lo cual es necesaria la construcción de una red viaria de caminos internos adecuada para tal fin. En total, se construirá una red de caminos internos de 10,389 metros lineales por un ancho promedio de 4 metros, y la superficie de ocupación será aproximadamente de 4.241 ha.

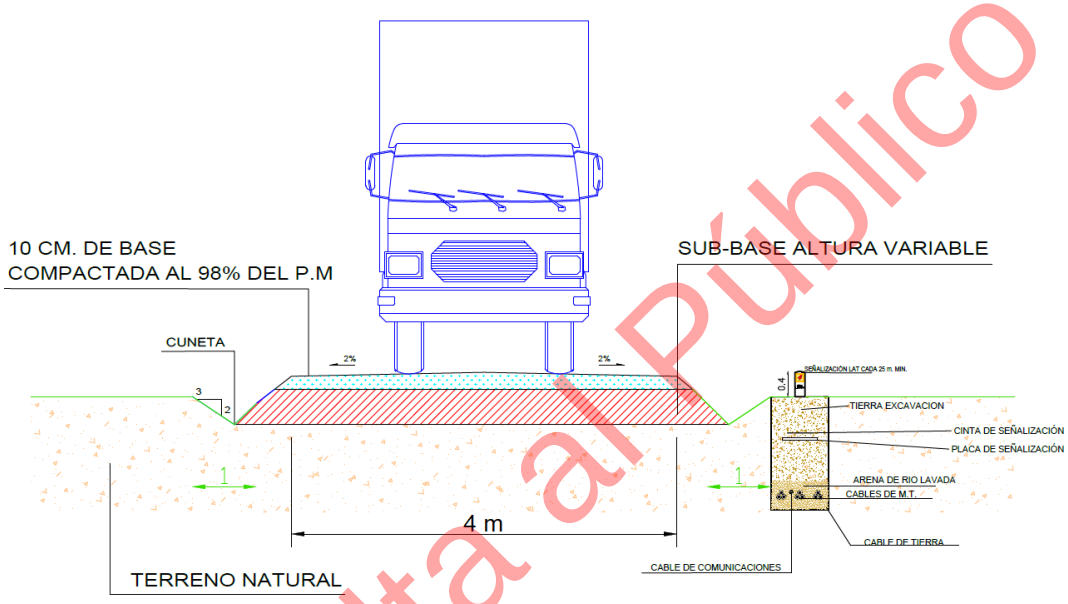


Figura I-12 Estructura caminos internos

La estructura de los caminos internos será similar a los caminos de acceso, se consideran a nivel de terracería (subrasante con material del sitio, sub-base con material tipo B y base con material tipo A), asimismo, se incorporarán obras de drenaje donde sea necesario. La diferencia entre los caminos de acceso y los internos es que los internos consideran a un costado, la incorporación de una zanja para alojar el cableado proveniente del sistema eléctrico de MT principalmente.

I.5.4.12. Obras de drenaje

Las obras de drenaje son estructuras importantes para la planeación del Proyecto, se realizarán para la evacuación del agua excedente de la lluvia, garantizando un tránsito seguro y seguridad de los vehículos y los componentes de la central fotovoltaica, los tipos de drenajes que se implementarán se presentan a continuación.

Consulta al Público

I.5.4.12.1. Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal capta los escurrimientos para evitar que lleguen al camino o permanezcan en él, causando desperfectos. De este tipo de drenaje son las cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encauzamiento. Se sitúa más o menos paralelos al eje del camino.

- **Cunetas:** Zanja a los lados de un camino o vía de circulación para recoger el agua de la lluvia.
- **Contracunetas:** Son zanjas o bordos que se construyen en las laderas localizadas aguas arriba de los taludes de los cortes, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie del terreno natural, conduciéndola a una cañada inmediata o a una parte baja del terreno, para evitar el saturamiento.
- **Bordillos:** Son elementos que interceptan y conducen el agua que por el efecto del bombeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos, para evitar erosión a los taludes de los terraplenes que estén conformados por material erosionable.
- **Canales de encauzamiento:** En terrenos sensiblemente planos, en los cuales el escurrimiento es de tipo torrencial y no existen cauces definidos, es necesario construir canales que intercepten el agua antes de que ésta llegue al camino y la conduzca a sitios elegidos con anticipación.

I.5.4.12.2. Drenaje transversal

Las obras de drenaje transversal dan paso expedito al agua que cruza de un lado a otro del camino, o bien retira lo más pronto posible de la corona, como tubos, losas, cajones, bóvedas, lavaderos, vados, sifones invertidos, puentes y el bombeo de la corona.

Se utilizarán vados para dejar que lleve su cauce natural o bien si el flujo de agua el alto o si se trata de algún arroyo de profundidad importante se podrá colocar tubería para dejar en el mismo cauce el flujo de agua. Si se requiere será necesario el uso de drenaje subterráneo.

Se considerarán los estudios geológicos de la zona (características topográficas y geotécnicas), la capacidad hidráulica del terreno e infiltraciones de la zona, el comportamiento de la corriente. Se procurará alterar lo menos posible la red de drenaje natural y el régimen hidráulico de las corrientes a manera de poner en riesgo la vida de las personas ni la seguridad de sus bienes.

I.5.4.13. Campamento de faenas

Para la ejecución de las obras del Proyecto será necesaria la implantación temporal de una zona para albergar las instalaciones de faena. En estas instalaciones se centralizarán las actividades

Consulta al Público

generales de control del Proyecto, administración, planificación y manejo de materiales incorporados, además de toda la infraestructura logística para la gestión de recursos materiales y humanos, por lo que estará conformado por los siguientes elementos:

- Oficinas.
- Comedor.
- Sanitarios.
- Almacén de combustibles.
- Generador eléctrico.
- Bodega de materiales de módulos FV.
- Taller.
- Almacén general.
- Bodega de residuos peligrosos.
- Bodega de desperdicios domésticos y residuos no peligrosos.
- Estacionamiento.

Se ha considerado utilizar instalaciones modulares para las oficinas, almacenes, etc. Estas contarán con la posibilidad de reutilización, para lo cual los edificios serán desarmables, transportables y fáciles de montar.

I.5.5. Programa de trabajo

En la **Tabla I-14** se presenta el programa de trabajo para el desarrollo del Proyecto, en donde se establecen los tiempos previstos para cada una de las actividades a desarrollar de acuerdo con cada una de las etapas del Proyecto.

Tabla I-14 Programa de trabajo del Proyecto

Etapa	Actividad	Años		Meses																								Años	Años
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1 – 35	1
Planeación	Gestión de permisos y trámites																												
Preparación del sitio	Trazo y marcaje																												
	Desmonte y despalme																												
Construcción	Nivelación de terreno																												
	Adecuación de caminos existentes																												
	Apertura de caminos nuevos																												
	Apertura de zanjas																												
	Instalación de pilotes																												

Consulta al Público

Etapa	Actividad	Años		Meses																								Años	Años
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1 – 35	1
	Instalación del sistema fotovoltaico																												
	Montaje de módulos FV																												
	Obra civil subestación																												
	Retiro de maquinaria y materiales																												
	Pruebas operativas																												
Operación y mantenimiento	Generación de energía																												
	Conducción eléctrica (subterránea)																												
	Transformación																												
	Mantenimiento de módulos FV																												
Desmantelamiento y abandono	Desconexión de módulos FV																												
	Desmontaje de módulos FV																												
	Desmantelamiento instalaciones eléctricas																												
	Retiro de cimentaciones																												

Consulta al Público

De acuerdo con el Programa de trabajo del Proyecto, en la **Tabla I-15** se resume la duración estimada del Proyecto.

Tabla I-15 Duración estimada del Proyecto

Etapa	Duración (años)
Preparación del sitio y construcción	2
Operación y mantenimiento	35*
Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	1

**La central fotovoltaica podrá lograr una vida útil de 35 años, con la posibilidad de prolongarla gracias al mantenimiento permanente y a la adaptación de las nuevas tecnologías que vayan surgiendo al paso del tiempo.*

I.5.6. Descripción de las principales actividades del Proyecto

I.5.6.1. Preparación del sitio y construcción

I.5.6.1.1. Preparación del sitio

El fin de la preparación del terreno es adecuarlo para que las actividades constructivas relacionadas a la instalación de los componentes principales del Proyecto se lleven a cabo de

manera ordenada, eficiente, conforme a los mejores estándares de calidad, buenas prácticas y con los menores impactos posibles.

Las actividades fundamentales involucradas en la preparación del terreno para llevar a cabo el Proyecto son las siguientes:

A. Señalización

Se llevará a cabo la señalización dentro del Área del Proyecto siguiendo lo establecido por la NORMA Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías, utilizando, por ejemplo, letreros grandes, visibles y llamativos que serán colocados en las áreas de trabajo según sea su fin, con el objetivo de instruir a los trabajadores y personas ajenas al Proyecto y salvaguardar su integridad y bienestar.

Estas señales se colocarán en el acceso al Proyecto y en los viales para indicar la delimitación de la zona donde se esté laborando y en qué parte se encuentran. Además, se colocarán por medio de estacas y cumplirán con los requerimientos físicos necesarios para ser capaces de resistir el tránsito de la obra y las condiciones climáticas.

B. Trazo y marcaje

En esta etapa se realiza el trazo y verificación de las áreas de desplante tales como vialidades internas, áreas para infraestructura y servicios, incluida la Subestación.

Además, se deben colocar varios puntos de referencia realizando un trazado topográfico, donde se ubicarán postes con un nivel determinado previamente. Se marcarán las nivelaciones del terreno, se ubicarán las zonas de desplante en donde irá la infraestructura del Proyecto y se delimitará el área impactada por el Proyecto. Se requerirán trabajos de limpieza en caso de que las áreas sean de difícil acceso, estos se realizarán con maquinaria y en caso de ser necesario manualmente para la remoción de vegetación sensible.

Para esta actividad será necesario el uso de Equipo topográfico y postes que servirán como señalización para el marcaje y se realizará con base en los estudios de topografía y de ingeniería detallada.

Consulta al Público

C. Desmonte y despalme

Consiste en la remoción de la vegetación en las zonas donde se instalará la infraestructura del Proyecto y donde se considere que dicha vegetación (como pasto grueso, arbustos, árboles y matorrales) influirá o complicará los trabajos constructivos en cuanto a la seguridad del personal operativo y seguridad de las instalaciones. Asimismo, se realizará el movimiento de tierra vegetal (en los primeros 30 cm de suelo) o los que resulten adecuados y aplicables conforme a la ingeniería del Proyecto; los movimientos de tierra se realizarán con base en los estudios y levantamientos técnicos (Topografía, Hidrología, Geotecnia, etc.) realizados previamente en las etapas de prospección del Proyecto.

Toda aquella materia vegetal que tenga un diámetro menor a 10 cm podrá ser removido con un bulldozer manteniendo los niveles de Proyecto y evitando mezclar tierra vegetal con aquella que será producto de la excavación. Los tocones mayores al diámetro mencionado podrán ser retirados con retroexcavadora, arrancados por tracción o por medios manuales según se indique. En este último caso se contará con vigilancia y aprobación ambiental y el material producto de esta actividad será manejado de acuerdo con las resoluciones ambientales aplicables. Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material de suelo, y se compactarán conforme a lo indicado en la presente instrucción hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Los residuos generados por el desmonte y despalme se irán acumulando en un extremo adyacente al área de trabajos en el interior del predio temporalmente hasta el momento de su disposición final (fertilización de la zona de reforestación). Todos estos residuos serán trozados con herramienta manual o maquinaria y se dispondrán en la parte del predio destinada al área verde, dentro del perímetro del polígono del Área del Proyecto.

En ningún caso se utilizarán sustancias químicas, explosivos, fuego o algún otro método que pueda causar un impacto negativo sobre medio ambiente durante dichas actividades.

D. Limpieza

La limpieza del lugar consiste en eliminar y transportar todos los residuos generados durante la fase de desmonte y despalme, como lo es el pasto grueso, arbustos, árboles y herbáceas; en general, todo aquel material vegetal del lugar del Proyecto será almacenado junto con el material producto del desmonte, y ambos se revolverán para ser incorporados al suelo en las áreas destinadas a la reforestación.

Consulta al Público

También se recolectará y clasificará toda la basura diferente a los residuos vegetales, que pudiese encontrarse o generarse en el lugar, depositándola en sus correspondientes recipientes con tapa, debidamente marcados siguiendo la clasificación de los tipos de residuos sólidos.

I.5.6.1.2. Construcción

A. Nivelación del terreno

Con el fin de crear una superficie firme y homogénea, con la compactación y resistencia mecánica adecuada, que permita la ejecución de fundaciones y canalizaciones, se realizará la nivelación de aquellas áreas que así lo requieran mediante el movimiento de tierras consistentes en la realización de excavaciones y terraplenes.

B. Caminos de acceso e internos

Para la construcción de la red viaria, se realizarán las siguientes acciones:

- **Nivelación**, con base en la topografía y el nivel definido por la ingeniería de detalle, se realizará una nivelación que puede implicar cortes o rellenos.
- **Construcción de subrasante compactada** tratando de aprovechar el material del sitio y de ser necesario se mezclará con cal para darle cierto mejoramiento para este uso.
- **Tendido de sub-base con material tipo B**.
- **Construcción de cunetas**[6], en los posibles viales donde sean necesarias cunetas, se realizarán con maquinaria adecuada antes del acabado final (base) de la terracería.
- **Barrido**, previo a la realización de la capa de rodadura se realizará un barrido del camino.
- **Capa de rodadura (base)**, se realizará con material tipo A compactado, en caso de ser necesario por temas hidráulicos, control de polvo u otros, se evaluará la posibilidad de integrar un acabado superficial con material granular (grava).
- **Distancia a estructuras rígidas:** se guardar una distancia de 1 metro mínimo desde el borde de la cuneta hasta cualquier plantación de cultivos existentes o cualquier otra posible afectación.

[6] Con la realización de las evaluaciones preliminares el Proyecto potencialmente no necesitaría la construcción de cunetas ya que la topografía del terreno es muy plana, pero con una pendiente suficiente para evacuar el agua de lluvias fuera del predio sin afectar los equipos instalados.

Consulta al Público

C. Colocación del vallado y CCTV

Se colocará un vallado metálico que delimitará las instalaciones del Proyecto para evitar la entrada de personas ajenas al Proyecto para salvaguardar tanto su protección como el de las instalaciones. Este vallado será de alambre galvanizado o de un material similar, tendrá una altura de 2.5 m y cada 3 m tendrá postes tubulares con tapón metálico para sostener la malla, protección de aguas, orejas y ganchos soldados a postes que sujetarán la malla de acero.

Para la construcción del cercado, se realizarán pequeñas excavaciones cuadradas separadas cada 3 metros y con dimensiones de alrededor de 20 cm x 20 cm (de base cuadrada) por la profundidad que se determine en la ingeniería (típicamente 40 cm) en esta excavación se colocarán los postes, mismos que serán embebidos en concreto para garantizar la estabilidad de estos.

Los postes serán el soporte principal de la malla de acero, la cual se sujetará a los ganchos y se colocaran los refuerzos de alambre que sean necesarios para la sujeción.

Para la instalación del circuito cerrado de televisión (CCTV) se plantea que será cercano a la valla perimetral con el fin de vigilar posibles intromisiones al Proyecto y evitar vandalismo, las cámaras se colocarán sobre postes de 10 m de alto, los postes contendrán todos los aditamentos para montar las cámaras solamente empleando medios mecánicos (tornillería), para la instalación de los postes, será necesario realizar una cimentación de concreto de base circular de 50cm de diámetro por 80 cm de profundidad.

El proceso constructivo de dicha cimentación será el habitual, pues se abrirá el terreno utilizando medios mecánicos colocando una cimbra a base de secciones semicirculares; el armado puede no ser necesario según las características del terreno, en caso de ser necesario se colocará un armado con malla electrosoldada muy ligera. La cimentación contendrá una placa de acero embebida en la parte superior, esta placa contendrá la tornillería de sujeción para la base del poste.

Una vez fraguada adecuadamente la cimentación, se colocará el poste atornillándolo en la preparación previa y finalmente se colocará pintura a la base del poste como protección a la corrosión.

El cableado para las cámaras se colocará en pequeñas zanjas de 30 cm de profundidad por 20 cm de ancho de poste a poste donde el poste más cercano a la SE Elevadora será el que esté conectado al tablero destinado para este circuito dentro de la Caseta de Control.

Consulta al Público

D. Instalación de pilotes (Hincado)

Para fijar toda la estructura de soporte de los módulos FV al suelo será necesaria una serie de perfiles de acero galvanizado (hincas) de sección tipo H o sección tipo C, este perfil se implantará directamente en el terreno mediante hincadora hidráulica, esta máquina utiliza un molde especial con la forma del perfil de la hinca y golpea repetidas veces la parte superior de la misma, introduciéndola progresivamente en el terreno hasta llegar a la profundidad requerida según los cálculos y pruebas de hincado, generalmente la profundidad de hincado directo ronda los 2.5 m sin embargo para este Proyecto se definirá más adelante, de acuerdo a las condiciones geotécnicas del suelo.



Figura I-13 Ejemplo de trabajos de hincado

E. Montaje de módulos fotovoltaicos

El montaje de los módulos FV está determinado por sus características mecánicas, y procedimientos para asegurarse que la compresión de los elementos de sujeción no dañe los soportes y las propias celdas. En general el montaje de los módulos FV consistirá en su fijación en la estructura del seguidor mediante anclajes de sujeción y tornillería.

Consulta al Público

F. Red de media tensión

La red de media tensión se distribuirá de manera subterránea, realizando para ello una serie de zanjas mediante su excavación por medios manuales o mecánicos, apilando el material extraído al lado de la zanja de manera que no pueda caer de nuevo a la misma, para finalmente poder ser utilizado como la última capa de relleno hasta el nivel original del terreno antes de la excavación.

En las zanjas destinadas para la red de media tensión, la excavación de la zanja será de dimensiones variables dependiendo de la cantidad de circuitos contenidos en una misma zanja. En general, una vez excavadas las zanjas, se aplica una primera capa de arena sobre la que se apoyarán los cables directamente enterrados o en ducto dependiendo del voltaje, para posteriormente cubrirse con arena sobre la cual finalmente se concluye el relleno con la misma tierra obtenida en la excavación. En el caso de las zanjas que tendrán cruce con caminos, previo al relleno con la tierra obtenida en la excavación se conformará una losa de concreto f'c = 100 kg/cm^2 con malla 6-6/0-10.

La trayectoria de la red de media tensión será mayormente paralela a los caminos internos, por lo que se tomará en cuenta el cruce con estos, así como el nivel de su rasante como referencia para determinar la profundidad de la zanja.

La construcción de la red de media tensión irá acompañada del tendido del sistema de comunicación y la red de tierras.

G. Obra civil de la subestación elevadora

El proceso constructivo de la subestación elevadora iniciará con la realización de excavaciones a cielo abierto en las que se deberá de conformar una superficie limpia de material suelto o inestable, para subsecuentemente llevar a cabo las cimentaciones de las estructuras y equipos. Una vez concluidas las cimentaciones o en paralelo a ellas, se realizarán trincheras para la instalación de cableado, así como también se construirá el sistema de drenaje para canalizar por gravedad el agua de lluvia fuera del predio de la subestación. Posteriormente se realizarán rellenos y compactados para con ello proceder a la construcción de las edificaciones e instalaciones auxiliares y el vallado perimetral, para finalmente llevar a cabo el montaje y conexión de los equipos.

Consulta al Público

H. Retiro de maquinaria, obras provisionales y materiales

Al concluir todas las obras requeridas para la operación de la central fotovoltaica, la infraestructura provisional y la maquinaria serán retiradas del Área del Proyecto, mientras que en el caso de materiales que aun puedan ser utilizados durante la operación y mantenimiento de la central fotovoltaica serán reubicados ya sea al almacén del edificio o cuarto de control o al almacén ubicado en la subestación elevadora.

Después del desmantelamiento de las obras provisionales y el retiro de la maquinaria, se realizará la limpieza general del área, llevando a cabo las disposiciones correspondientes para los diferentes residuos que se obtengan, esto mediante empresas autorizadas para dichos fines.

I. Pruebas y puesta en servicio

Esta actividad se realiza en dos fases, la primera es ejecutada por el equipo de supervisión de construcción y la segunda parte es llevada a cabo por el departamento de la puesta en servicio. Estas actividades son realizadas por personal de puesta en servicio con el apoyo del equipo de construcción para corregir cualquier cambio necesario para el correcto funcionamiento de la integración de todos y cada uno de los sistemas del Proyecto.

En concreto, las actividades de supervisión de construcción en las pruebas y en la puesta en servicio serán las siguientes:

- Apoyo al equipo de Puesta en Marcha en los trabajos de pruebas operativas a los equipos y sistemas de las obras del Proyecto.
- Corrección de cambios en los equipos o cableados originados por las pruebas operativas realizadas por el equipo de Puesta en Marcha.
- Preparación de los dosieres de la ingeniería de obra civil y montaje electromecánico en colaboración con el personal de calidad en obra.
- Atender el listado de pendientes de obra civil y montaje electromecánico hasta terminarlos para su recepción final de las obras del Proyecto.

Después que el equipo de supervisión de construcción termine con las pruebas preoperativas de todos los equipos de forma individual, este último pasa a ser responsabilidad del personal de Puesta en Marcha, quien será el encargado de realizar la integración funcional de todo el equipamiento de las obras. Este equipo realizará incluso las pruebas con el punto de interconexión y el operador de la Red, de tal modo que se prueben y simulen las condiciones de operación más críticas que se

Consulta al Público

pudieran presentar. Se precisarán los lineamientos de operación de la central fotovoltaica establecidos para que el personal de Operación sea capaz de actuar responsablemente.

I.5.6.2. Operación y mantenimiento

La fase de operación iniciará una vez que termine la etapa de construcción e instalación del Proyecto y después de que se realice la interconexión a la Red. Para la transición de una fase a otra se considerará un periodo de transferencia de información, puesta en marcha y finalmente la cesión completa.

De igual manera que el Cronograma de actividades del Proyecto, es necesario seguir un planning para poder dar el mantenimiento adecuado a la central fotovoltaica, con el fin de preservar y mantener óptima la funcionalidad del Proyecto.

I.5.6.2.1. Operación

Durante la etapa de operación de la central fotovoltaica inicialmente se considerarán dos técnicos que laborarán físicamente durante dos turnos distintos ubicados en la central fotovoltaica, ya que las labores de operación, monitorización y vigilancia se harán de manera automática y el monitoreo se realizará de manera remota, sin embargo, en todo momento habrá personal realizando otro tipo de trabajos y que deberá estar al pendiente ante cualquier problema que pudiera surgir.

Desde el sistema de control automatizado de la central fotovoltaica se recibirán las señales en tiempo real de generación de la central, estado de los módulos FV y trackers, así como de las señales eléctricas de la subestación. Estas serán enviadas al control remoto que para este fin se destine, el cual contará con un monitoreo 24 horas al día y será capaz de detectar cualquier evento que se presente. Como se ha mencionado, habrá personal dedicado a otras labores el cual deberá ser capacitado en las medidas básicas de emergencias de la operación.

Adicionalmente se vigilará el transito al interior de la central fotovoltaica a través de un sistema contra intrusos con el cual se podrá verificar si alguna persona ajena al sitio ingresa y las emergencias de seguridad que esto pudiera generar.

I.5.6.2.2. Mantenimiento

Antes de las operaciones de mantenimiento, el interruptor entre los equipos y todas las fuentes de alimentación serán desconectadas para evitar accidentes. Los trabajos se realizarán por

Consulta al Público

profesionales, utilizando herramientas de inspección para garantizar que no haya voltaje y corriente.

Las actividades referidas a la manutención del Proyecto se pueden clasificar principalmente según el tipo de actividades que se quieran realizar, como por ejemplo existen los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento correctivo.
- Actividades de mantenimiento extraordinario.

A continuación, se detalla cada uno de ellos.

A. Mantenimiento preventivo

El Mantenimiento Preventivo comprende aquellas actuaciones e inspecciones cuyo objetivo es evitar y detectar posibles fallos en los equipos que puedan traducirse en un posterior evento que implique actuaciones correctivas. Este tipo de mantenimiento debe plantearse en intervalos regulares y conforme a los requisitos estipulados por los distintos suministradores de equipos, así como por la normativa aplicable.

El Plan de Mantenimiento será el documento base a utilizar por parte del operador en las labores de Operación y Mantenimiento.

El mantenimiento preventivo se llevará a cabo de forma tal, que no afecte a las prestaciones del Proyecto, ni a su disponibilidad o cualquier limitación a la generación derivada de estas tareas. Concretamente, siempre que sea posible, se programará el mantenimiento que afecte a la producción fuera de la jornada de mayor recurso solar cuando haya niveles de radiación bajos (al inicio o al final del día).

Los trabajos de mantenimiento preventivo incluirán, como mínimo, las siguientes tareas:

- Inspección y comprobación del correcto funcionamiento de todos los equipos, para garantizar la operatividad de los generadores fotovoltaicos e inversores, de acuerdo con las especificaciones aplicables, incluyendo inspección visual y comprobación de rendimiento de los equipos.
- Inspección y corrección de conexiones y anclajes.

Consulta al Público

- Llenado de las fichas de revisiones periódicas, producciones, averías, incidencias externas y almacén de componentes.
- Revisión periódica de los datos monitorizados del día anterior en busca de anomalías.
- Inspección de los componentes sometidos a desgaste y su reemplazo, en caso de ser necesario.
- Comprobación de estado del sistema de seguridad.
- Comprobación de estado de los elementos que componen el stock de repuestos.
- Comprobación de estado de todos los equipos que componen el sistema de monitorización, el sistema de comunicación y el sistema de seguridad y vigilancia de la central fotovoltaica.
- Atención de fallos o mensajes y pequeñas reclamaciones que no requieran un mantenimiento correctivo.
- Acopio de los residuos resultantes, incluida su adecuada gestión, así como el desbroce del terreno en la medida en que sea necesario.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los elementos de protección.
- Mantenimiento preventivo y revisión periódica del sistema de avisos instantáneos.
- En general, el mantenimiento de todos los equipos y sistemas que componen el Proyecto.

a. Periodicidad del Mantenimiento Preventivo

En el manual de mantenimiento se establecerá la frecuencia de las tareas descritas. A modo de ejemplo, se muestra la siguiente periodicidad y nivel de actividad aplicable a las tareas descritas anteriormente y en función del elemento a mantener.

Actividades semestrales

- Inspección visual.
- Campo generador.
  - Inspección visual de los módulos FV.
  - Limpieza de los módulos FV acorde a las recomendaciones de los fabricantes.
- Revisión general de Inversores.
  - Cambio o limpieza de filtros de aire.
  - Revisión de fuente de alimentación.
- Revisión de estructuras y cimentaciones.
  - Inspección visual de la estructura de la bancada de módulos FV.

Consulta al Público

  - Anclajes y fijaciones de módulos FV a estructura.
  - Revisión y engrase de los elementos mecánicos del seguidor.
- Inspección general de las cajas de conexión de:
  - Series y paralelos.
  - Entrada a inversores.
  - Salida de inversores.
  - Servicios auxiliares.
- En todos los casos con el siguiente alcance:
  - Inspección de fusibles.
  - Revisión y prueba de protecciones.
  - Revisión de la puesta a tierra.
- Equipos de baja tensión y cables DC:
  - Comprobación de estado de cables DC.
  - Inspección de protecciones.
  - Comprobación componentes, interruptores y armarios de BT.
- Sistema de monitorización, estaciones meteorológicas, sistema de seguridad:
  - Inspección visual del sistema de monitorización y sus elementos.
  - Inspección visual del sistema de vigilancia y seguridad.
  - Inspección visual equipos de medida.
  - Inspección visual del sistema de gestión de avisos.
- Transformadores, celdas, cableado AC:
  - Inspección visual de los transformadores.
  - Inspección visual cableado AC.
  - Inspección visual UPS.
  - Inspección de armario de protecciones.
  - Inspección visual y comprobación de los interruptores.
- Eliminación manual de la vegetación que suponga un riesgo funcional o de seguridad.
- Valla perimetral, centros, obra civil:
  - Inspección visual y limpieza de los centros.
  - Inspección visual del vallado perimetral.
- Comprobación de no existencia de corrosión.
- Inspección visual de estado de caminos, drenajes, arquetas.

Consulta al Público

Actividades anuales

- Mantenimiento Preventivo de las protecciones eléctricas.
- Mantenimiento Preventivo de los equipos electrónicos: inversores, de acuerdo con las recomendaciones y manuales de mantenimiento de los fabricantes.
- Mantenimiento Preventivo de instalaciones eléctricas: cuadros de protección y distribución (transformadores, celdas, protecciones, cuadros de medida, cuadros de protección CC/CA, etc.).
  - Comprobación de niveles de aceite (si procede).
  - Prueba de seguridad, protecciones y fusibles.
  - Condiciones ambientales de equipos y alojamientos.
- Mantenimiento Preventivo de Servicios Auxiliares (iluminación, ventilación / extracción, etc.).
- Mantenimiento Preventivo y pruebas de funcionamiento de los sistemas de supervisión/monitorización, comunicaciones, generación de avisos, vigilancia y seguridad.
- Mantenimiento preventivo de las Instalaciones de conexión.
- Cualquier otro mantenimiento que requiera la legislación vigente.
- Control de malezas, control de vegetación, desbroces, control de plagas.

Dentro del mantenimiento preventivo se incluirá la limpieza de módulos FV, que incluirán:

- Sistemas con o sin rozamiento.
- Sistemas con o sin agua.
- Sistemas manuales o mecánicos.

I.5.6.2.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo incluye todas las técnicas destinadas a pronosticar el fallo de un equipo mediante monitoreo de los sistemas, de tal forma que el componente afectado pueda reemplazarse o repararse de forma planificada antes de que falle, de esta manera, la disponibilidad y el tiempo de vida de los equipos se maximiza.

Los métodos de mantenimiento predictivo más habituales son:

- Inspecciones termográficas.
- Módulos FV.
- Conexiones de baja tensión y media tensión.
- Seguidores.
- Inversores.

Consulta al Público

- Transformadores.
- Análisis de curvas I-V de los strings de módulos FV.
- Análisis de parámetros de producción.
- Temperatura.
- Orientaciones.
- Tensión.
- Corrientes.

I.5.6.2.4. Mantenimiento correctivo

En caso de que se produzca un fallo o avería, el equipo de mantenimiento realizará las acciones necesarias para corregir la avería y cambiar las piezas defectuosas, de tal modo que el Proyecto vuelva a funcionar correctamente en el menor tiempo posible.

Dentro del alcance de los servicios de mantenimiento correctivo podrá incluirse.

- El análisis del fallo, mano de obra y material asociado a la acción correctiva o sustitución del equipo dañado.
- La retirada de los equipos o componentes defectuosos, así como su reacondicionamiento (exceptuando los módulos FV, los cuáles se reemplazarán por uno nuevo) y puesta en marcha.
- El transporte de los repuestos correspondientes desde el almacén y el montaje de estos.
- El acopio de repuestos idénticos a los utilizados.

A modo de ejemplo, las tareas correctivas más usuales son:

- Reemplazo de módulos FV.
- Reparación o reemplazo de las estructuras de bancadas de módulos FV.
- Sustitución de cableado DC.
- Reparación o sustitución de elementos de las cajas de control de string o conexiones DC.
- Reparación o sustitución de elementos de los inversores fotovoltaicos.
- Sustitución de cables AC.
- Reparación o sustitución de contadores o elementos de medida.
- Reparación de vallado perimetral.
- Pequeñas reparaciones de caminos.

Es necesario destacar que la sustitución masiva derivada de un evento no cubierto por garantías o causa de fuerza mayor, no debe considerarse dentro del alcance del mantenimiento correctivo.

Consulta al Público

Tales eventos serán ejecutados a través de actividades de mantenimiento extraordinario como servicios adicionales.

I.5.6.2.5. Mantenimiento extraordinario

Los trabajos o actividades no incluidos en el alcance especificado anteriormente se deberán considerar como actividades de mantenimiento extraordinarias.

Algunos ejemplos de actividades de mantenimiento extraordinarias son las siguientes:

- Reformas o modificaciones que supongan un cambio sustancial en el Proyecto, en comparación con el Proyecto original.
- Sustitución o reparación de los equipos debido a robo o por averías por causas de fuerza mayor.
- Gestión de residuos generados en los trabajos incluidos en el alcance del servicio, a través de los organismos o empresas autorizados.
- Predicción de la producción.
- Flash test.
- Servicios de seguridad.
- Extensión de garantía de seguidores.
- Mantenimiento extraordinario de inversores.

I.5.6.3. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Aunque la vida útil de las instalaciones es de aproximadamente 35 años, se considera indefinida si se implementarán programas de repotenciación o modernización de la central a futuro, aprovechando el avance tecnológico que posiblemente se cuente al momento de la finalización de la vida útil de los primeros módulos FV, por tanto, se puede seguir haciendo uso de la infraestructura para nuevas tecnologías fotovoltaicas.

Por tal motivo, hoy en día el desmantelamiento completo no se considera como parte de los planes del Proyecto lo que también significa que la etapa de abandono en las instalaciones tampoco es considerada. En caso de abandono, la disposición de los componentes y materiales será conforme a la normativa nacional aplicable vigente. Sin embargo, en caso de que ocurriera el abandono, básicamente las instalaciones serían desmanteladas en su totalidad implementando un plan a gran escala en cuanto a componentes para reciclaje y componentes no aprovechables.

El desmantelamiento será mecánico, iniciando con los módulos FV, que serán transportados a zonas de desechos industriales o bien, en caso de que la tecnología lo permita, se enviarán a

Consulta al Público

centros de reciclaje. Todos los otros componentes metálicos se desensamblarán y serán dispuestos con base en el plan de residuos. Los componentes de electrónica se enviarán a tiraderos autorizados y destinados para este tipo de desechos o bien, serán reciclados si la tecnología lo permite.

I.5.7. Recursos del Proyecto

I.5.7.1. Personal requerido

Se procurará que la mayoría del personal contratado provenga de poblaciones y municipios aledaños al Área del Proyecto a quienes se le transportará diariamente al sitio y a sus hogares. No se contempla la instalación de campamentos provisionales para la pernocta de trabajadores, pero sí se les dispondrán sanitarios portátiles contemplando uno (1) por cada 20 trabajadores, y para el área de alimentos se construirán zonas provisionales sombreadas en el área del patio de maniobras con la intención de facilitar a los trabajadores la toma de una buena dieta en un ambiente sano.

En cuanto al transporte del personal, se contempla la posibilidad de emplear furgonetas de 14 plazas, automóviles compartidos y transporte público (cuando sea posible), para que los trabajadores que viven en las localidades cercanas, y aquellos que estén hospedados en la zona, tengan la posibilidad de llegar al sitio donde se está desarrollando el Proyecto.

Durante la etapa de preparación y construcción del sitio se tiene contemplado que habrán alrededor de 600 personas laborando.

En el polígono habrá un estacionamiento provisional, situado dentro del predio arrendado, para que las furgonetas o automóviles puedan ser estacionados en el lugar con la finalidad de no perturbar el tránsito local. Dicho estacionamiento será desmantelado posteriormente, cuando se termine la construcción del Proyecto.

Durante la operación y el mantenimiento el flujo de personas será menor debido a la automatización de los sistemas, contemplando 6 personas por turno (12 personas en total al día).

Durante la operación y el mantenimiento, el personal encargado podrá alojarse en sitios cercanos al polígono o en un campamento de obra dentro del mismo sitio en la parte destinada a las instalaciones temporales. Durante esta misma etapa se considerará un comedor, ya que los trabajadores fijos no estarán todo el tiempo en el Proyecto y podrán tomar sus alimentos fuera del polígono; sin embargo, se contará con una cocineta para que, en su caso, puedan resguardar, preparar y tomar dichos alimentos en el sitio.

Consulta al Público

Tabla I-16 Requerimientos de personal por etapa del Proyecto

Especialidad / actividad	Empleados / bloques (1)	Máximo número de empleos (1)	Tipo de empleo (2)	Origen (3)
Preparación del sitio y construcción				
Dirección de obra	3	16	Temporal	Internacional / nacional
Electricistas	65	216	Temporal	Nacional / local
Mecánicos	44	324	Temporal	Nacional / local
Encargados de obra	2	12	Temporal	Nacional / local
Albañiles	11	75	Temporal	Local
Ayudantes de construcción	5	87	Temporal	Local
Conductores	6	55	Temporal	Nacional / local
Operadores de equipos portátiles livianos y pesados	16	81	Temporal	Nacional / local
Subtotal de empleos		***866***		
Operación y mantenimiento				
Personal de vigilancia	3	3	Fijo	Local
Supervisores de Operación	3	3	Fijo	Nacional / local
Gestor social	2	2	Fijo	Nacional / local
Mantenimiento preventivo	6	6	Fijo	Nacional / local
Empleos diversos	21	21	Temporal	Nacional / local
Subtotal de empleos		***35***		
Desmantelamiento				
Electricistas	44	44	Temporal	Nacional / local
Mecánicos	180	180	Temporal	Nacional / local
Maestro de obra	15	15	Temporal	Nacional / local
Albañiles	3	3	Temporal	Local
Ayudantes de construcción	8	8	Temporal	Local
Conductores	22	22	Temporal	Nacional / local
Subtotal de empleos		***271***		
(1) La información es preliminar ya que podrá variar en la medida de los requerimientos y necesidades del Proyecto.				
(2) El empleo temporal en la etapa de preparación y construcción comprende 20 meses. El empleo temporal en la etapa de operación y mantenimiento tiene un lapso indefinido, el empleo fijo puede durar 35 años. El empleo temporal en la etapa de desmantelamiento podrá ser hasta por 12 meses.				

Consulta al Público

Especialidad / actividad	Empleados / bloques (1)	Máximo número de empleos (1)	Tipo de empleo (2)	Origen (3)
(3) Con la finalidad de beneficiar con el empleo a personas que vivan en el área de influencia del Proyecto, sobre todo aquellas que habitan la zona.				

I.5.7.2. Insumos

I.5.7.2.1. Requerimientos de agua

El uso del agua es de vital importancia durante toda la vida del Proyecto, ya que se requiere para el desarrollo de varias actividades durante la preparación y construcción, ya sea por el uso del personal (no para beber) o para la generación de mezclas con materiales de construcción, para riego, hasta para la operación y mantenimiento, también para uso del personal y para limpiar el polvo acumulado en los módulos FV. En todo momento se respetarán las medidas de aprovechamiento y fuentes autorizadas haciendo un uso responsable de este recurso. En la **Tabla I-17** se presenta la estimación del uso que se dará.

Tabla I-17 Requerimientos de agua por etapas del Proyecto

Causa de consumo	Origen	Cantidad
Preparación del sitio y construcción		
Labores de Preparación del sitio y construcción	Agua cruda (también puede ser agua tratada), por contratación del servicio de provisión y transportación a empresas que cuenten con la concesión o bien de lugares que la autoridad municipal indique.	86,250 m^3 por mes (suponiendo que se suministran 288 pipas al día y que cada pipa tiene 10 m^3).
Preparación de alimentos y aseo del personal	Agua potable para uso de los trabajadores, suministrada por pipas y almacenada en tanques de 200 litros.	2,598 m^3 al mes (considerando que son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona por día para garantizar que se cubran las necesidades más básicas).
Consumo personal (agua para beber)	Se considera un total de 866 empleados.	78 m^3 por mes (considerando que se le suministra al personal 90 garrafones diarios, cada garrafón contiene 20 L).
Operación y mantenimiento		
Consumo personal (agua para beber)	Agua purificada de garrafón adquirida en establecimientos comerciales. Se estiman 3 litros diarios por trabajador; se considera un total de 35 empleados.	105 litros por día.
Limpieza de módulos FV (1)	Agua desionizada, sin detergentes ni aditivos, suministrada por medio de pipas por empresas autorizadas o bien, de lugares que las autoridades municipales indiquen. Se almacenará en tanques de 200 litros.	1 litro por módulo FV con mantenimiento semestral, dando un gran total de 454 m^3 anuales.
(1) El lavado de los módulos FV se requiere para eliminar el polvo que se va depositando en los mismos, esta actividad se realizará una o dos veces al año, de acuerdo con las necesidades. Las cantidades de agua a utilizar son menores, se requiere alrededor de 1 litro por módulo FV por evento. Por ser una cantidad no significativa y por tratarse de aguas residuales sanas, su disposición será sobre el terreno que rodea a cada seguidor.		

Consulta al Público

I.5.7.2.2. Maquinaria y combustibles

Claramente, durante las actividades de construcción se ocupará maquinaria, equipos y por tanto combustible. En la **Tabla I-18** a **Tabla I-20** se muestra en detalle los requerimientos que se han estimado para el Proyecto.

Tabla I-18 Maquinaria por utilizar durante la preparación del sitio y construcción

Concepto	Total	Concepto	Total
Hincadoras hidráulicas	22	Vibradores	16
Grúas	8	Tractores sobre llantas / orugas	8
Retroexcavadoras	12	Manipuladores telescópicos	16
Traccionadoras	8	Tractores con remolque	15
Plantas soldadoras	8	Cargadoras de cuatro ruedas directrices	22
Cortadores manuales	15	Moto conformadoras	6
Compresores de aire 250 psi	15	Desbrozadora industrial	15

Tabla I-19 Camiones para utilizar durante la preparación del sitio y construcción

Concepto	Total	Número de semanas que se van a utilizar	Número de camiones por mes
Camiones de transporte de maquinaria	44	2	44
Camiones de carga pesada	475	12	159
Camiones de transporte desbroce	690	8	345
Camiones de carga ligera	755	28	108
Camiones de transporte de módulos FV	575	20	58
Camiones de transporte de inversores	22	12	8
Camiones de transporte de estructura	863	12	288
Camiones de transporte de cableado y varios	173	16	44
Camiones pipa de agua (potable, cruda y/o tratada)	138	48	12
Camiones de transporte de concreto	302	28	44
Camiones de transporte de maquinaria	94	6	67
SE Eléctrica			
Camiones de carga pesada	29	8	15
Camiones de transporte de estructura	9	6	6

Consulta al Público

Concepto	Total	Número de semanas que se van a utilizar	Número de camiones por mes
Camiones de transporte de cableado y varios	35	12	12
Camiones de transporte de equipos generales	44	12	15
Camiones de transporte de equipos principales	18	12	6
Camiones de transporte de concreto	35	16	9
Camino de acceso y caminos interiores			
Camiones de carga pesada	29	8	15
Camiones de carga ligera	29	8	15
Camiones de material subrasante	29	8	15
Camiones de material subbase	58	10	23
Camiones de material base	69	12	23

Tabla I-20 Requerimiento de combustible y energía por etapas del Proyecto

Consumo	Origen	Cantidad
Preparación del sitio y construcción		
Electricidad para maquinaria y equipo	La energía eléctrica requerida se contratará a proveedor local.	Un generador de 72 kW de potencia de 45 horas semanalmente; y cinco generadores de 29 kW de potencia de 45 horas semanalmente.
Operación y mantenimiento		
Gasolina y diésel para vehículos y maquinaria	Se adquirirá de las gasolineras más cercanas a las áreas de trabajo, realizando la carga directa a los vehículos para evitar el almacenamiento.	Indefinida
Electricidad para maquinaria y equipo	Autoabastecimiento	Indefinida

I.5.8. Residuos

Durante las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto se generarán residuos sólidos (urbanos, de manejo especial y peligrosos) y aguas sanitarias, estos se manejarán de acuerdo con las resoluciones ambientales que se emitan y de acuerdo con la legislación correspondiente, siguiendo siempre las buenas prácticas en protección del medio ambiente.

Consulta al Público

I.5.8.1. Gestión de residuos

Este es el proceso en el que intervienen diferentes actividades, todas necesarias, para poner solución a todos los residuos generados.

Las principales fases de la gestión de residuos son:

- **Recuperar y recoger los residuos:** para ello, se utilizarán depósitos en los que se deben clasificar los residuos siguiendo el sistema de gestión integral de residuos en México, respetando la diferente iconografía y los colores utilizados para su catalogación.
- **Trasporte de residuos:** en esta fase se transportarán los residuos utilizando camiones, llevándolos a plantas de clasificación o tratamiento, dependiendo del tipo material que se está desechando.
- **Tratamiento de residuos:** en esta última fase de la gestión, los residuos sufren diferentes tratamientos dependiendo de su origen usando diferentes técnicas.

I.5.8.2. Tipos de gestión de residuos

La clasificación de la gestión de residuos se basa, principalmente, en el origen de estos. Así, dependiendo del origen de los residuos, de manera general su gestión se puede clasificar en:

1. **Gestión de residuos sólidos urbanos.** Son aquellos que se producen específicamente dentro de los núcleos urbanos y sus zonas de influencia. Estos residuos suelen ser producidos en los domicilios particulares, las oficinas o las tiendas.
   La recogida de los residuos puede ser global o selectiva, esta última clasifica los residuos dependiendo su composición para después ser reciclados (plástico, vidrio, papel, etc.) o recibir un tratamiento específico.
2. **Gestión de residuos peligrosos.** Está gestión engloba todos aquellos procesos que sufren los residuos catalogados como peligrosos o muy peligrosos para la salud y el medio ambiente. Para su gestión se sigue una serie de normas desde su recogida, clasificándolos según varios criterios, luego pasan por tratamientos químicos y físicos para convertirlos en sustancias inertes y se dejan en depósitos reforzados para reducir la peligrosidad de estos.
3. **Gestión de residuos sanitarios.** Estos residuos tienen un alto riesgo biológico, por lo que es muy importante su manipulación. Durante la gestión de residuos sanitarios, deben ser clasificados y almacenados correctamente y hay que emplear medidas específicas para su destrucción, con el fin de reducir o eliminar el alto peligro que suponen para el medio ambiente y la salud. Los residuos deben ser entregados a empresas que estén acreditadas para su transporte hasta donde son eliminados.

Consulta al Público

4. **Gestión de residuos industriales.** Son aquellos residuos que provienen de los procesos de producción de las industrias. Para la gestión de residuos industriales, las empresas que generan los residuos deben manteneros en condiciones óptimas hasta que un gestor los recoge, para ser transportados y recibir su tratamiento y reciclaje. Algunos de los tratamientos empleados son físicos, químicos, biológicos o térmicos.

I.5.8.3. Residuos típicos generados por un proyecto fotovoltaico

- **Residuos generados durante la construcción y abandono de las instalaciones:**
  - *Residuos inertes.* Aquellos que no presentan ningún riesgo de polución de las aguas y de los suelos y que, en general, podríamos asimilar a los materiales pétreos, por ejemplo: escombro limpio, como ladrillos, hormigón endurecido, restos de hormigón, vidrio, cualquier tipo de tierra o canto, escombros de demolición, etc.
  - *Residuos no peligrosos.* Son los que por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos, por ejemplo: metales, como armaduras de acero y restos de estructuras metálicas, perfiles para montar el cartón – yeso; madera, como restos de corte, restos de encofrado, pallets, etc.; papel y cartón, como sacos de cemento, de yeso, de arena y de cal, cajas de cartón, etc.; plástico, como lonas o cintas de protección no reutilizables, conductos y canalizaciones, marcos de ventanas, etc.; otros, como cartón-yeso y vidrio.
  - *Residuos peligrosos.* Los formados por materiales que tienen determinadas características perjudiciales para la salud o el medio ambiente, por ejemplo: envases y restos de: aceites, lubricantes, líquidos de freno, combustibles, desencofrantes, anticongelantes y líquidos para curado de hormigón, adhesivos, aerosoles y agentes espumantes, disolventes y detergentes, pinturas y barnices, silicona y otros productos de sellado, tubos fluorescentes, trapos, brochas y otros útiles de obra contaminados con productos peligrosos, restos de desmantelamiento de bajantes, cubiertas y tabiques pluviales, amianto y sus derivados, incluyendo envases, etc.
- **Residuos generados durante la operación y mantenimiento:**
  - *Residuos inertes.* Por ejemplo: Desbroce de terreno, tierra vegetal, arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente.
  - *Residuos no peligrosos.* Estos se acopian en planta y posteriormente son retirados, por ejemplo: placas solares (aquellas que estén deterioradas y necesitan ser

Consulta al Público

reemplazadas), cableado DC o AC que necesite ser reemplazado, cajas de control de string que necesiten ser sustituidas, así como también inversores, entre otros.

I.6. FUENTES CONSULTADAS

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2023. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023. Aguascalientes, México.

INEGI. 2021. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E14B39 (La Antigua) Escala 1:50 000. Aguascalientes, México.

INEGI. 2018. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Conjunto Nacional. Aguascalientes, México.

Consulta al Público

Gestión Ambiental Biogeos

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

Consulta al Público

PROYECTO FOTOVOLTAICO
JAROCHO SOLAR

CONTENIDO

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO II-1

II.1. LEYES Y REGLAMENTOS DE COMPETENCIA FEDERAL II-2

II.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente II-2

II.1.1.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental II-4

II.1.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable II-6

II.1.2.1. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable II-6

II.1.3. Ley General de Cambio Climático II-7

II.1.3.1. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones (RENE) II-9

II.1.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos II-10

II.1.4.1. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR) II-13

II.1.5. Ley General de Vida Silvestre II-16

II.1.5.1. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre II-17

II.1.6. Ley de Aguas Nacionales II-18

II.1.6.1. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales II-21

II.1.7. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental II-21

II.1.8. Ley de Planeación y Transición Energética II-22

II.1.9. Ley del Sector Eléctrico II-24

II.1.10. Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos II-26

II.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) II-27

II.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio II-27

II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de California y Mar Caribe II-32

II.2.3. Programas de Ordenamiento Ecológico en el territorio del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-38

II.2.4. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave II-40

II.3. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES (PDU) II-48

II.3.1. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de La Antigua, Veracruz II-48

II.3.2. Plan Municipal de Desarrollo La Antigua, Veracruz (2022-2025) II-49

II.4. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS II-51

II.4.1. Áreas Naturales Protegidas II-51

Consulta al Público

II.4.1.1. Zona de influencia del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano II-52
II.4.2. Humedales de importancia internacional (Sitios Ramsar) II-56
II.4.3. Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs) II-56
II.4.4. Regiones terrestres prioritarias (RTP) II-58
II.4.5. Regiones hidrológicas prioritarias (RHP) II-61
II.4.6. Regiones marinas prioritarias (RMP) II-61
II.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS II-62
II.6. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS II-65
II.7. PLANES Y PROGRAMA DE COMPETENCIA FEDERAL II-66
II.7.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 ..... II-66
II.7.2. Programa Sectorial de Energía 2025 – 2030 ..... II-69
II.7.3. Estrategia Nacional de Cambio Climático II-70
II.7.4. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025 -2030 ..... II-72
II.8. CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES II-76
II.8.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático II-76
II.8.2. Convención sobre los humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR) II-77
II.8.3. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) II-78
II.8.4. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) II-79
II.8.5. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales II-80
II.8.6. Agenda 2030 ..... II-81
II.9. LEGISLACIÓN ESTATAL II-82
II.9.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Veracruz de Ignacio de la Llave II-82
II.9.2. Ley Estatal de Protección Ambiental II-83
II.9.3. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-87
II.9.4. Ley de Vida Silvestre para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-88
II.9.5. Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-90
II.9.6. Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático II-93
II.9.7. Ley de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial y Vivienda para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-94
II.10. LOCALIDAD(ES) CON POBLACIÓN INDÍGENA EN LA QUE INCIDE EL SITIO DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO Y/O SU ZONA DE INFLUENCIA II-95

Consulta al Público

II.11. SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO ANTE RIESGOS GEOLÓGICOS Y METEOROLÓGICOS EXTREMOS II-96
II.12. CORRIENTES Y CUERPOS DE AGUA EN EL ÁREA DEL PROYECTO II-97
II.13. FUENTES CONSULTADAS..... II-98

Consulta al Público

ÍNDICE DE FIGURA

Figura II-1 Ubicación del Área del Proyecto dentro de la unidad ambiental biofísica 75 del POEGT II-28
Figura II-2 Ubicación del Área del Proyecto dentro de la unidad de gestión ambiental 37 del POEMyRGMyMC II-33
Figura II-3 Programas de Ordenamiento Ecológico decretados en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-39
Figura II-4 Ubicación del Área del Proyecto con respecto a las unidades de gestión territorial del PEOTDU del estado de Veracruz II-41
Figura II-5 Áreas naturales protegidas II-53
Figura II-6. Zona de influencia del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano II-54
Figura II-7 Sitios Ramsar, con respecto a la localización del Proyecto II-57
Figura II-8 Áreas de interés para la conservación asociadas con el Proyecto II-59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1. Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente II-3
Tabla II-2. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental II-4
Tabla II-3. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable II-6
Tabla II-4. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable II-7
Tabla II-5. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático II-8
Tabla II-6. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones II-9
Tabla II-7. Vinculación del Proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos II-10
Tabla II-8. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos II-13
Tabla II-9. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre II-16
Tabla II-10. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre II-17
Tabla II-11. Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales II-18
Tabla II-12. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales II-21
Tabla II-13. Vinculación del Proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental II-22
Tabla II-14. Vinculación del Proyecto con la Ley de Planeación y Transición Energética II-22
Tabla II-15. Vinculación del Proyecto con la Ley del Sector Eléctrico II-24
Tabla II-16. Vinculación del Proyecto con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos II-26
Tabla II-17. Características de la UAB 75 Llanura Costera Veracruzana Norte en la que se establecerá el Proyecto II-29

Consulta al Público

Tabla II-18. Vinculación del Proyecto con las estrategias sectoriales de las UAB 75 Llanura Costera Veracruzana Norte II-29
Tabla II-19. Vinculación del Proyecto con las acciones generales de aplicación a la UGA 37: La Antigua II-34
Tabla II-20. Vinculación del Proyecto con las con las acciones específicas de aplicación a la UGA 37: La Antigua II-36
Tabla II-21. Ordenamientos Ecológicos decretados para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-40
Tabla II-22. Características de las UGT definidas por el PEOTDU en las que se establecerá el Proyecto II-42
Tabla II-23. Vinculación de los lineamientos estratégicos de las UGT aplicables al Proyecto II-42
Tabla II-24 Vinculación del Proyecto con los ejes estratégicos del Plan Municipal de Desarrollo de La Antigua (2022-2025) II-50
Tabla II-25. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas, en materia de Impacto Ambiental II-62
Tabla II-26. Vinculación del Proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos II-65
Tabla II-27. Vinculación del Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 ..... II-67
Tabla II-28. Vinculación del Proyecto con el Programa Sectorial de Energía 2025 – 2030 ..... II-69
Tabla II-29. Vinculación del Proyecto con la Estrategia Nacional de Cambio Climático II-71
Tabla II-30. Vinculación del Proyecto con el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025 – 2030 ..... II-73
Tabla II-31. Vinculación del Proyecto con la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Veracruz Ignacio de la Llave II-82
Tabla II-32. Vinculación del Proyecto con la Ley Estatal de Protección Ambiental II-83
Tabla II-33. Vinculación del Proyecto con la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-87
Tabla II-34. Vinculación del Proyecto con la Ley de Vida Silvestre para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-89
Tabla II-35. Vinculación del Proyecto con la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-90
Tabla II-36. Vinculación del Proyecto con la Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático II-93
Tabla II-37. Vinculación del Proyecto con la Ley de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial y Vivienda para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave II-94
Tabla II-38. Nivel de peligro ante fenómenos naturales en el Área del Proyecto II-97

Consulta al Público

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

Este Capítulo tiene como finalidad establecer la congruencia del Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar (Proyecto) con las estrategias que se establecen en los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que aplican en el área donde se localizará el Proyecto, lo que permitirá definir su viabilidad jurídica y normativa en materia de impacto ambiental. El objetivo central de este análisis es el de conocer y cumplir lineamientos que deberán ser observados para la ejecución del Proyecto, así como asegurar que no exista interferencia con algún otro plan, programa o norma oficial.

Para la elaboración de este Capítulo se emplearon fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos de política ambiental, de planeación y administración territorial en los ámbitos: federal, estatal y municipal, así como tratados y convenios internacionales que correspondan al Proyecto, tomando en consideración la incidencia en el área de implementación del mismo. De conformidad con lo anterior, este Capítulo establece de manera puntual y detallada la vinculación del Proyecto con cada uno de los instrumentos regulatorios.

El desarrollo de este Capítulo tiene por objetivo proporcionar a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, los elementos de juicio que motivan y sustentan los preceptos más relevantes del Proyecto en materia ambiental y que de esta forma, dicha Dirección General este en posibilidad de aplicar lo dispuesto en el Párrafo Primero y Segundo del Artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que a la letra dice:

> ***ARTÍCULO 35.-*** *Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.*
>
> *Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables (…).*

Consulta al Público

Adicional a lo anterior, en el Artículo 13 Fracción III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, se establece lo siguiente:

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

No obstante, respecto a lo establecido en el Artículo 13 Fracción III del Reglamento de la LGEEPA, es importante aclarar que: de acuerdo con la última actualización a "Trámites relacionados con autorizaciones y permisos en materia de impacto ambiental", emitida por la SEMARNAT el 24 de abril de 2026 y en la que se da a conocer la **nueva Guía para la presentación y entrega de Manifestación de Impacto Ambiental**, donde se considera el trámite SEMARNAT-04-003 (MIA en su modalidad regional, sin actividad altamente riesgosa y con actividad altamente riesgosa) al que se sujeta el Proyecto; la vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables se presenta a través del presente, y nuevo, "*Capítulo II: Vinculación con los ordenamiento jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo*".

A continuación, se presenta el análisis jurídico con la finalidad de asegurar que no existan interferencias con planes y programas en materia ambiental y demás disposiciones que resulten aplicables.

II.1. LEYES Y REGLAMENTOS DE COMPETENCIA FEDERAL

II.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en el DOF el 28 de enero de 1988 y cuya última reforma se realizó el 19 de enero de 2026, tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo. Debido a ello, en

Consulta al Público

la **Tabla II-1** se presenta la vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Tabla II-1. Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 5.- Son facultades de la Federación: **X.-** La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.	Por las características y ubicación de las obras y actividades que integran el Proyecto, este es de competencia Federal en materia de evaluación de impacto ambiental dado que corresponde a obras y actividades a que se refiere el artículo 28 fracciones II y VII de la LGEEPA.
Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **II.-** Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; **VII.-** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;	Considerando que el Proyecto corresponde a la generación de energía eléctrica y que para su establecimiento se realizará un cambio de uso de suelo de áreas forestales de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, el Promovente, en cumplimiento con lo estipulado en el artículo 28, fracciones II y VII, ingresa ante la Secretaría la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Regional (MIA-R), con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental del Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar. También se someterá a lo señalado en los artículos 93 y 98 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).
Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	La presente MIA-R, que el Promovente ingresa ante la Secretaría para su evaluación correspondiente, exhibe el contenido que dicta el presente artículo, así como el definido en el artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. La MIA-R que se presenta, cuenta con la descripción de los impactos ambientales considerando el conjunto de elementos que conforman el ecosistema, así como las medidas de mitigación y compensación a adoptar.
Artículo 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios: **VI.-** La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	Durante el desarrollo del Proyecto, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se realizarán actividades que podrán repercutir en el componente suelo, debido a ello, se establecerán dentro de las medidas ambientales aquellas concernientes a la protección y conservación de los suelos presentes en el Área del Proyecto y sus alrededores, tales como el rescate de suelo orgánico durante las actividades de despalme, la prevención de su contaminación mediante un Programa de Manejo de Residuos, su enriquecimiento mediante la incorporación de residuos vegetales, su protección contra agentes erosivos mediante actividades de revegetación y/o reforestación, entre otras medidas.
Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: **II.** Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	Las principales emisiones de contaminantes a la atmósfera serán por el uso de vehículos y maquinaria, debido a ello, con el fin de minimizar las emisiones o controlarlas, se solicitará a todos los proveedores y/o contratistas que las unidades que se utilicen en todas las etapas del Proyecto se encuentren en condiciones óptimas de operación y que cumplan con las especificaciones de cada una de las normas oficiales aplicables a los mismos, tales como: - NOM-041-SEMARNAT-2015 - NOM-042-SEMARNAT-2003 - NOM-044-SEMARNAT-2017
Artículo 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
	- NOM-050-SEMARNAT-2018 - NOM-076-SEMARNAT-2012 Además de la regulación de las emisiones para vehículos y maquinaria, se llevarán a cabo distintas medidas ambientales para prevenir, minimizar o controlar otros tipos de emisiones a la atmósfera, entre ellas: riego de áreas sin cobertura vegetal y restricciones de velocidad para el tránsito de vehículos y maquinaria, prohibición de quemas y prohibición del uso de químicos para la remoción de cobertura vegetal.
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.	Las aguas residuales que se generen por parte del Proyecto serán manejadas y dispuestas a través de un proveedor con los permisos y/o autorizaciones necesarias para ello, por lo que, de realizar la descarga de las aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación o en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, se solicitará al proveedor los estudios y/o análisis necesarios para garantizar el cumplimiento de las descargas con los límites máximos permisibles de contaminantes estipulados en la NOM-001-SEMARNAT-2021 o NOM-002-SEMARNAT-1996 respectivamente. Como medida de prevención las aguas residuales generadas por el uso de baños de oficina serán dispuestas mediante proveedor de servicio autorizado, preferentemente a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).
Artículo 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.	Las unidades vehiculares que se utilicen durante las actividades del Proyecto se sujetarán a las disposiciones estipuladas en la NOM-080-SEMARNAT-1994 para regular sus emisiones de ruido, solicitando para ello que las unidades se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento. El Proyecto durante su operación se sujetará a los límites máximos permisibles de ruido dispuestos en la NOM-081-SEMARNAT-1994. Como medida complementaria, se prevé que las obras y actividades de preparación y construcción del sitio se restrinjan a horarios diurnos, para con ello no generar impactos negativos al ser humano ni a la fauna silvestre.

II.1.1.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental fue publicado en el DOF el 30 de mayo de 2000 y su última reforma el 31 de octubre de 2014, del cual en la **Tabla II-2** se presenta su vinculación con el Proyecto a implementar.

Tabla II-2. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: **K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:** II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución; **O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:**	El Proyecto al corresponder a obras y actividades definidas en los incisos K y O del artículo 5o, previo a su ejecución, el Promovente ingresa ante la Secretaría la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Regional (MIA-R),

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal (…).	como parte de los requisitos para obtener la autorización en materia de impacto ambiental.
Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: **I.** Regional, o **II.** Particular.	El Proyecto es acorde con lo dispuesto en el artículo 11, por lo cual, la presente Manifestación de Impacto Ambiental corresponde a su modalidad Regional, acotándose para ello al contenido estipulado en el artículo 13, misma que se presenta en conjunto con el resto de los requisitos especificados en el artículo 17 y bajos los lineamientos de los artículos 19 y 20.
Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: **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.	
Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: **I.** Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; **II.** Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; (…) **VIII.** Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	
Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: **I.** La manifestación de impacto ambiental; **II.** Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y **III.** Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.	
Artículo 19.- La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro tantos impresos de su contenido. Excepcionalmente, dentro de los diez días siguientes a la integración del expediente, la Secretaría podrá solicitar al promovente, por una sola vez, la presentación de hasta tres copias adicionales de los estudios de impacto ambiental cuando por alguna causa justificada se requiera. En todo caso, la presentación de las copias adicionales deberá llevarse a cabo dentro de los tres días siguientes a aquel en que se hayan solicitado.	
Artículo 20.- Con el objeto de no retardar el procedimiento de evaluación, la Secretaría comunicará al promovente, en el momento en que éste presente la solicitud y sus anexos, si existen deficiencias formales que puedan ser corregidas en ese mismo acto. En todo caso, la Secretaría se ajustará a lo previsto en el artículo 43 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.	
Artículo 27.- Cuando se realicen modificaciones al proyecto de obra o actividad durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, el promovente deberá hacerlas del conocimiento de la Secretaría con el objeto de que ésta, en un plazo no mayor de diez días, proceda a: **I.** Solicitar información adicional para evaluar los efectos al ambiente derivados de tales modificaciones, cuando éstas no sean significativas, o **II.** Requerir la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental, cuando las modificaciones propuestas puedan causar desequilibrios ecológicos, daños a la salud, o causar impactos acumulativos o sinérgicos.	De llevarse algún tipo de modificación en el Proyecto, ya sea durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental o posterior a la emisión de la autorización correspondiente, el Promovente hará del conocimiento a la Secretaría de los cambios realizados y se sujetará a las disposiciones que resulten de ello.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 28.- Si el promovente pretende realizar modificaciones al proyecto después de emitida la autorización en materia de impacto ambiental, deberá someterlas a la consideración de la Secretaría, la que, en un plazo no mayor a diez días, determinará: **I.** Si es necesaria la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental; **II.** Si las modificaciones propuestas no afectan el contenido de la autorización otorgada, o **III.** Si la autorización otorgada requiere ser modificada con objeto de imponer nuevas condiciones a la realización de la obra o actividad de que se trata. En este último caso, las modificaciones a la autorización deberán ser dadas a conocer al promovente en un plazo máximo de veinte días.	

II.1.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), publicada en el DOF el 5 de junio de 2018 y su última reforma el 01 de abril de 2024, tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Considerando el Proyecto que se pretende establecer, en la **Tabla II-3** se define su vinculación con la LGDFS.

Tabla II-3. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 68. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones: **I.** Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;	Para el desarrollo del Proyecto, se requerirá un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo cual, el Promovente solicitará su autorización ante la Secretaría, ingresando para ello, entre otros requerimientos, la presentación del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) del Proyecto.
Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.	
Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.	El Promovente realizará el correspondiente depósito ante el Fondo Forestal Mexicano por el concepto de compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que se llevará a cabo para el desarrollo del Proyecto, presentando el comprobante del mismo ante las autoridades correspondientes.

II.1.2.1. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El presente ordenamiento, publicado en el DOF el 9 de diciembre de 2020 y su última reforma el 20 de noviembre de 2025, tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección,

Consulta al Público

restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

La vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGDFS se presenta en la **Tabla II-4**.

Tabla II-4. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: **I.** Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; **II.** Lugar y fecha; **III.** Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y **IV.** Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente: **I.** Copia simple de la identificación oficial del solicitante; **II.** Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo; (…) **V.** El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.	La solicitud para la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el desarrollo del Proyecto, se presentará mediante el formato que para tal efecto expide la Secretaría, anexando, entre otros requerimientos o documentos, el Estudio Técnico Justificativo (ETJ).
Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: **I.** Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; **II.** Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM; (…) **XV.** Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.	El Estudio Técnico Justificativo, que se ingresará ante la Secretaría para solicitar la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, cumplirá con el contenido establecido en el presente artículo, observando lo establecido ante la Delegación Federal en el Estado de Veracruz para obtener la autorización correspondiente.

II.1.3. Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático (LGCC), publicada en el DOF el 6 de junio de 2012 y su última reforma el 01 de abril de 2024, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico, en la que se establecen las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. En la **Tabla II-5**, se vinculan las disposiciones aplicables al Proyecto con la LGCC.

Consulta al Público

Tabla II-5. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 2o. Esta Ley tiene por objeto: **I.** Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; **II.** Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; **III.** Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; **IV.** Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; **V.** Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; **VI.** Establecer las bases para la concertación con la sociedad; **VII.** Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y **VIII.** Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2°C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5°C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.	El Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar, por su naturaleza, es acorde con los objetivos de la LGCC, ya que, su implementación reducirá la generación de energía eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles, contribuyendo a la disminución de emisiones de gases y sustancias de efecto invernadero, así como con el precepto de un medio ambiente sano.
Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son: **III.** Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;	El Proyecto es una alternativa al uso y consumo de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, utilizando para ello fuentes renovables de energía como es la energía solar. En cuanto al uso de tecnologías, la energía solar fotovoltaica es un área tecnológica importante dentro del sector energético que sigue en desarrollo acelerado para mejorar su eficiencia y disminuir sus costos.
Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes: **I.** Reducción de emisiones en la generación y uso de energía: **a)** Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética. **b)** Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía. **e)** Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia.	Con la implementación del Proyecto, tal como lo indica el presente artículo, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, contribuirán a la reducción de emisiones en la generación de energía, ya que se fomentará la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, siendo el caso del Proyecto, mediante energía solar.
Artículo 88. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.	El Promovente valorará su huella de carbono y establecerá acciones para reducirla. Este Proyecto pertenece al sector I (Energía), subsector (a) Generación y transmisión de energía eléctrica. Durante las etapas de preparación de sitio y construcción se generarán emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, principalmente

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
	por el movimiento de maquinaria y equipo, las cuales serán temporales y, de ser necesario, serán reportadas ante el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Durante la etapa de operación del Proyecto no se contempla la emisión de gases de efecto invernadero a partir de las instalaciones. Sin embargo, se generarán emisiones provenientes de los vehículos y maquinaria a emplear durante las actividades de mantenimiento.
Artículo 102. En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes: **I.** Garantizar la salud y la seguridad de la población a través del control y reducción de la contaminación atmosférica; **II.** Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero mediante el fomento de patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado fundamentalmente en áreas como: la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos; **III.** Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía. (…)	El Proyecto contribuye a sustituir el uso y consumo de combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, al pretender la generación de electricidad a través de una fuente renovable como es la energía solar. En este sentido, al reemplazar la generación eléctrica basada en combustibles fósiles, el Proyecto contribuye a disminuir la huella de carbono del sector energético de conformidad con la LGCC.

II.1.3.1. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones (RENE)

Se publicó en el DOF el 28 de octubre de 2014, siendo su objetivo el reglamentar la Ley General de Cambio Climático en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones y establece los sectores y subsectores que estarán sujetos a reporte de sus emisiones de gases de efecto invernadero. La vinculación del Proyecto con el Reglamento se presenta en la **Tabla II-6**

Tabla II-6. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley, así como las siguientes: **I.** Cédula de Operación Anual: (…) para la actualización de la base de datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. **IV.** Emisiones Directas: Son los Gases o Compuestos de Efecto Invernadero que se generan en los procesos y actividades del Establecimiento Sujeto a Reporte y que emiten las Fuentes Fijas de dicho Establecimiento o las Móviles que sean de su propiedad o arrendadas y que utilice en el desarrollo de sus actividades. No se considerarán Fuentes Móviles arrendadas aquéllas que pertenezcan a terceros que presten servicios de transporte al Establecimiento Sujeto a Reporte. **V.** Emisiones Indirectas: Son los Gases o Compuestos de Efecto Invernadero que se generan fuera del Establecimiento Sujeto a Reporte como consecuencia de su consumo de energía eléctrica y térmica. **VI.** Establecimiento Sujeto a Reporte: El conjunto de Fuentes Fijas y Móviles con las cuales se desarrolla una actividad productiva, comercial o de servicios, cuya operación genere Emisiones Directas o Indirectas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero. Las expresiones "fuentes que deberán reportar" y "fuentes sujetas a reporte" a que se refieren los artículos 87 y 88 de la Ley, se entenderán como Establecimientos Sujetos a Reporte.	El Proyecto se relaciona con las emisiones directas. Sin embargo, una central fotovoltaica no produce gases o compuestos de efecto invernadero (GEI) en su operación porque la generación de electricidad es a partir de la energía solar; esto no conlleva la combustión ni la liberación de contaminantes. Además, sus "fuentes fijas", tales como módulos fotovoltaicos e inversores, no generarán emisiones durante su funcionamiento. Las fuentes móviles empleadas para el mantenimiento se relacionan con los vehículos y maquinaria a utilizar durante estas actividades.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 3. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifican como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes: **I.** Sector Energía: **a.** Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad, y	El Proyecto consiste en la generación de energía eléctrica, por lo que, queda sujeto a reporte de sus emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero tal como lo especifican los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, sin embargo, debido a que la generación de energía será a través de fuentes renovables, como lo es la energía solar, no se prevé la producción de GEI.
Artículo 4. Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: **I.** Sector Energía: **a.** Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad: **a.1.** Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, y	

II.1.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Las distintas etapas del Proyecto estarán reguladas en materia de residuos por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), publicada en el DOF el 8 de octubre de 2003 y su última reforma el 19 de enero de 2026, la cual tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, sólidos urbanos, de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En relación con la LGPGIR, en la **Tabla II-7** se presenta su vinculación con el Proyecto.

Tabla II-7. Vinculación del Proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	En todas las etapas del Proyecto, se llevarán a cabo actividades relacionadas con el manejo de los distintos residuos que se generen, entre ellas, las concernientes al manejo de los residuos sólidos urbanos, en los cuales se privilegiará la separación de orgánicos e inorgánicos, utilizando para ello contenedores debidamente rotulados con el tipo de residuo a almacenar. Durante las obras y actividades se generarán residuos y materiales que serán almacenados y dispuestos apropiadamente, conforme a las disposiciones de esta Ley. Se generarán residuos sólidos urbanos (RSU), de manejo especial (RME) y residuos considerados peligrosos (RP). Para ello, se implementará un Programa de Manejo de Residuos con el propósito de establecer los pasos, requisitos y responsabilidades en su gestión desde la generación hasta la disposición final, aplicando una cultura ambiental para preservar el medio ambiente. Los RSU se manejarán conforme a lo indicado en esta LGPGIR. Sin embargo, a nivel estatal y municipal se establecen las condiciones específicas para su manejo; por lo tanto, en la obra se identificarán los aspectos a cumplir por la normativa local. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción serán separados en orgánicos (compostables y no compostables) e inorgánicos (valorizables y no valorizables), colocando

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
	contenedores para el mismo fin en sitios estratégicos y realizando la disposición final conforme al tipo de residuo.
Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: (…) **VII.** Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general. **X.-** Los neumáticos usados	El Proyecto implementará un Programa de Manejo de Residuos con previa aprobación de la SEMARNAT. Las actividades que contemplará este Programa serán la gestión, recolección, almacenamiento temporal y envío a disposición final de los RME que se generen durante las distintas etapas. En lo que respecta al material producto de despalme y excavaciones, se separará y transportará al sitio o banco de material de tiro aprobados por las autoridades ambientales locales, en vehículos con cajas cerradas o protegidos con lonas que impidan la contaminación del entorno. En caso posible, este material será utilizado para rellenos. También se destinará un área para el almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos que se generen durante los trabajos de construcción, así como un área que sirva como zona de acopio de los materiales y equipos a instalar, como equipo eléctrico, estructuras y módulos fotovoltaicos, entre otros.
Artículo 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.	La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen en el Proyecto serán identificados y clasificados de acuerdo con los criterios que se establezcan en la NOM-161-SEMARNAT-2011, y otras NOM en la materia, llevando a cabo los planes de manejo en el caso de aquellos residuos que así lo requieran.
Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: **I.** Aceites lubricantes usados; **II.** Disolventes orgánicos usados; **III.** Convertidores catalíticos de vehículos automotores; **IV.** Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo; **V.** Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio; **IX.** Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos;	Como parte de las actividades del Proyecto, principalmente en la etapa de construcción, se prevé la generación de residuos peligrosos, entre ellos: aceites lubricantes usados por la operación de la maquinaria, residuos de pintura, solventes, estopas y demás objetos impregnados con este tipo de sustancias, debido a ello y considerando lo dispuesto en el artículo 31, se llevará a cabo un plan de manejo para dichos residuos.
Artículo 40.- Los residuos peligrosos, deben ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.	El manejo de los residuos peligrosos dentro del Área del Proyecto, tales como su recolección, transporte, clasificación y almacenamiento temporal, se realizará de acuerdo con las disposiciones aplicables a los mismos, mientras que, para el traslado fuera del Área del Proyecto y su disposición final, se realizará mediante una empresa autorizada por la SEMARNAT para el manejo de los mismos.
Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos, así como los gestores de este tipo de residuos, deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, pueden contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido autorizado por esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. No obstante, compartirán de manera solidaria la responsabilidad. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las	Se realizarán convenios con empresas autorizadas por la Secretaría (SEMARNAT) para la recolección, traslado y disposición final de los Residuos Peligrosos que se generen durante las distintas etapas del Proyecto, por lo que se compartirá de manera solidaria la responsabilidad de los mismos. El Proyecto implementará un Programa de Manejo de Residuos con previa aprobación de la SEMARNAT. Las actividades que contemplará son la gestión, identificación y clasificación, acopio, almacenamiento temporal, transporte y recolección, y envío a disposición final de los Residuos Peligrosos que se generen.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	Los residuos sólidos peligrosos que se podrán generar son materiales que contengan pinturas, aceites gastados, arena, aserrín, estopas y trapos impregnados con aceites o solventes, acumuladores, lámparas fluorescentes y baterías; mientras que, los residuos líquidos que se podrán generar son aceites usados, aguas oleosas y algunos refrigerantes, mismos que podrían generarse por mantenimientos correctivos emergentes que se requieran en maquinaria y/o vehículos utilitarios. Estos residuos serán transportados y puestos a disposición final por una empresa especializada con registro ante la SEMARNAT para el transporte, recolección, manejo y acopio y disposición adecuada de los RP. Se habilitará un lugar para el almacenamiento temporal de los RP según lo especificado en el Reglamento de la LGPGIR y en la NOM-052-SEMARNAT-2005. El Promovente vigilará a través de sus Programas que los contratistas cumplan las obligaciones de registro y manejo correspondientes.
Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven. **Artículo 44.-** Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: **I.** Grandes generadores; **II.** Pequeños generadores, y **III.** Microgeneradores.	Como parte del desarrollo del Proyecto, se llevará a cabo el registro como generador de residuos peligrosos ante la Secretaría, realizando para ello la estimación anual de residuos peligrosos que se prevé serán generados, definiendo con ello su categoría de registro y las disposiciones a las que quedará sujeto el manejo de los residuos peligrosos.
Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos deben identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	El manejo de los residuos peligrosos dentro del Área del Proyecto, tales como su recolección, transporte, clasificación y almacenamiento temporal, se realizará de acuerdo con las disposiciones aplicables a los mismos, mientras que, para el traslado fuera del Área del Proyecto y su disposición final, se realizará mediante una empresa autorizada por la SEMARNAT para el manejo de los mismos. Una vez que el Proyecto deje de operar, se llevarán a cabo las actividades necesarias para realizar la remoción total de las instalaciones y estructuras, incluyendo el retiro en la totalidad de todo tipo de residuos presentes en el área.
Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	Los residuos peligrosos que se generen no se mezclarán con otros materiales o residuos, llevando a cabo su manejo conforme las disposiciones aplicables. La identificación, clasificación y manejo de residuos peligrosos se hará conforme a lo dispuesto en esta Ley y su Reglamento. También se acatarán las disposiciones establecidas en la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, procedimiento de identificación, clasificación y listados de los residuos peligrosos, así como la NOM-054-SEMARNAT-1993, que define el procedimiento para determinar incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.
Artículo 55.- La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos. Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final. En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.	La reutilización de envases o embalajes, que contuvieron materiales peligrosos, únicamente se permitirá cuando estos sean utilizados para los mismos materiales que originalmente contuvieron, en caso contrario, serán considerados y dispuestos como residuos peligrosos.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 67.- En materia de residuos peligrosos, está prohibido: (…) **V.** El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras; **VI.** El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada;	El almacenamiento de residuos peligrosos, dentro del Área del Proyecto, no sobrepasará los seis meses, para lo cual, se mantendrá la vigilancia de las fechas de generación de los residuos mediante su correspondiente bitácora de control. De ser requerido un mayor tiempo para su almacenamiento, se solicitará una prórroga ante la Secretaría cumpliendo para ello con los requisitos que establece el Reglamento de la LGPGIR. Los residuos peligrosos incompatibles no serán almacenados o confinados en el mismo lugar o celda, para lo cual, se tomará en cuenta lo estipulado en la NOM-054-SEMARNAT-1993, además de que el almacenamiento se mantendrá por debajo de su capacidad instalada.
Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	Durante todas las etapas del Proyecto se implementarán medidas enfocadas a la prevención de la contaminación, sin embargo, en el caso de que esta ocurra, tal como lo indican los artículos 68 y 69, se asumirán las responsabilidades correspondientes a ello, llevando a cabo las acciones necesarias para su remediación, y en dado caso, la compensación por los daños causados.
Artículo 69.- Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.	

II.1.4.1. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR)

El Reglamento de la LGPGIR se publicó el 30 de noviembre de 2006 en el DOF, siendo su última reforma publicada el día 31 de octubre de 2014. El objetivo de este instrumento es reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. La vinculación del Proyecto con el Reglamento en comento se presenta en la **Tabla II-8**.

Tabla II-8. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente: **I.** Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley. **II.** Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: (…) **III.** Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.	El Promovente procederá a la identificación de los residuos peligrosos de acuerdo con este artículo y en conformidad con la NOM-052-SEMARNAT-2005.
Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.	Durante el desarrollo del Proyecto se contempla la implementación de acciones de manejo de residuos y sustancias peligrosas, tendientes a evitar su derrame o fuga que pudiera llegar a contaminar al suelo. En el caso de que por accidente se contamine el suelo con residuos o sustancias peligrosas, este será considerado

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
	como residuo peligroso, llevando a cabo las acciones de manejo que corresponden. Se implementarán medidas preventivas y de ser necesario correctivas, con el objetivo de prevenir en la mayor medida este supuesto.
Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: **I.** Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; **II.** Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y **III.** Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.	
Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento: **I.** Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información: **a)** Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante; **b)** Nombre del representante legal, en su caso; **c)** Fecha de inicio de operaciones; **d)** Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal; **e)** Ubicación del sitio donde se realiza la actividad; **f)** Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y **g)** Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro; (…) **III.** Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada. En tanto se suscriben los convenios a que se refieren los artículos 12 y 13 de la Ley, los microgeneradores de residuos se registrarán ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el presente artículo.	Como parte del desarrollo del Proyecto, se llevará a cabo el registro como generador de residuos peligrosos ante la Secretaría, realizando para ello los procedimientos correspondientes, entre los cuales, se realizará la estimación anual de residuos peligrosos que se prevé serán generados, definiendo así la categoría de registro y las disposiciones a las que quedará sujeto el manejo de los residuos peligrosos.
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 entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial; **III.** Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes; **IV.** Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables; **V.** Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley; **VI.** Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable; **VII.** Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes; **VIII.** Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.	El manejo de residuos peligrosos en el Proyecto se realizará en apego a lo establecido en el presente Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a ello, con los cuales se realizará adecuadamente la identificación de los residuos peligrosos, su separación, envasado, etiquetado, almacenamiento, transporte y disposición final.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 68.- Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente. Cuando se trate del cierre de la instalación, los generadores presentarán el aviso señalado en el párrafo anterior, proporcionando además la siguiente información: **I.** Los microgeneradores de residuos peligrosos indicarán solamente la fecha prevista para el cierre de sus instalaciones o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso notificarán que han cerrado sus instalaciones, y **II.** Los pequeños y grandes generadores de residuos peligrosos, proporcionarán: **a)** La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos; **b)** La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación; (…) **e)** El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores.	Una vez que se suspenda la generación de residuos peligrosos, o suspensión de la actividad generadora de estos, se avisará a la SEMARNAT, dando cabal cumplimiento a lo especificado en este artículo.
Artículo 71.- Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán: **I.** Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos: **a)** Nombre del residuo y cantidad generada; **b)** Características de peligrosidad; **c)** Área o proceso donde se generó; **d)** Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos; **e)** Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior; **f)** Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y **g)** Nombre del responsable técnico de la bitácora. La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año. **III.** Para el control de los procesos de remediación de sitios contaminados: **a)** Tipo de tecnología utilizada; **b)** Fecha de inicio y término de acciones de remediación; **c)** Volumen a tratar; **d)** Puntos y fecha de muestreo; **e)** Resultados analíticos del muestreo del suelo durante la remediación; **f)** Nombre, cantidad y fechas de adición de insumos; **g)** Fecha de volteo y homogenización del suelo, en caso de que esto se realice, y **h)** Nombre del responsable técnico de la remediación.	El control de los residuos peligrosos que se generen en el Proyecto se llevará a cabo mediante el uso de bitácoras, las cuales contendrán la información señalada en el presente artículo, fracción I y sus respectivos incisos. En el caso de que se realicen procesos de remediación de sitios contaminados por el desarrollo del Proyecto, se recabará la información concerniente a lo dispuesto en la fracción III y sus respectivos incisos.
Artículo 75.- La información y documentación que conforme a la Ley y el presente Reglamento deban conservar los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos y los prestadores de servicios de manejo de este tipo de residuos se sujetará a lo siguiente: **I.** Las bitácoras de los grandes y pequeños generadores se conservarán durante cinco años; **II.** El generador y los prestadores de servicios de manejo conservarán el manifiesto durante un periodo de cinco años contados a partir de la fecha en que hayan suscrito cada uno de ellos. Se exceptúa de lo anterior a los prestadores de servicios de disposición final, quienes deberán conservar la copia que les corresponde del manifiesto por el término de responsabilidad establecido en el artículo 82 de la Ley; (…)	En el Área del Proyecto se mantendrá toda la información y documentación relacionada con el cumplimiento a lo estipulado en la LGPGIR y su Reglamento, tal como: registro como generador de residuos peligrosos, bitácoras de control de generación y almacenamiento, manifiestos de transporte y disposición final, así como la documentación que ampare el manejo de residuos peligrosos de los proveedores de servicios a los que sean entregados para su transporte y disposición final.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: **I.** Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento (…). **II.** Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo (…). **III.** Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo (…). En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.	El área de almacenamiento para los residuos peligrosos que se generen en las diferentes etapas del Proyecto, se realizará de conformidad a lo establecido en este artículo, fracciones e incisos correspondientes.
Artículo 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	El almacenamiento de residuos peligrosos, dentro del Área del Proyecto, no sobrepasará los seis meses, para lo cual, se mantendrá la vigilancia de las fechas de generación de los residuos mediante su correspondiente bitácora. De ser requerido un mayor tiempo para su almacenamiento, se solicitará una prórroga ante la Secretaría cumpliendo para ello con los requisitos que establece el presente Reglamento.
Artículo 87.- Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos. (…)	La reutilización de envases o embalajes, que contuvieron materiales o residuos peligrosos, únicamente se permitirá cuando estos sean utilizados para los mismos materiales que originalmente contuvieron, en caso contrario, serán considerados como residuos peligrosos.
Artículo 88.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios y procedimientos técnicos para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo, con la finalidad de evitar mezclas. En tanto no se expidan esas normas oficiales mexicanas, los interesados podrán efectuar los análisis correspondientes para determinar dicha incompatibilidad conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización.	Los residuos peligrosos que se generen en el Proyecto no se mezclaran con otros materiales o residuos, llevando a cabo su manejo de acuerdo con las disposiciones aplicables a los mismos. La incompatibilidad entre residuos peligrosos se definirá de acuerdo con lo estipulado en la NOM-054-SEMARNAT-1993.

II.1.5. Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS), publicada en el DOF el 3 de julio de 2000 y su última reforma el 16 de julio de 2025, tiene como objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El Proyecto se vincula con la LGVS mediante los artículos que se presentan en la **Tabla II-9**.

Tabla II-9. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 4o. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	Como parte del desarrollo del Proyecto, no se tiene contemplado el aprovechamiento de ejemplares de fauna o flora silvestre que pudieran encontrarse en los predios del

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables. Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.	Proyecto, sin embargo, se consideran medidas ambientales para mitigar los efectos negativos que pudieran tenerse sobre la vida silvestre y su hábitat, tal como la implementación de Programas de Rescate y Reubicación, Programa de Reforestación, instalación de señaléticas y la realización de pláticas alusivas al cuidado y protección de la vida silvestre y de su hábitat.
Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	
Artículo 27 Bis.- No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.	El Proyecto no introducirá especies exóticas invasoras de fauna o flora. Se llevarán a cabo buenas prácticas en la construcción que eviten la propagación de las especies exóticas existentes. En áreas con algún grado de conservación dentro del Proyecto se contempla la implementación de Programas de manejo de fauna y flora que realizarán especialistas, quienes concientizarán y supervisarán a los trabajadores en temas referentes al trato digno y respetuoso hacia los ejemplares de flora y fauna silvestre.
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	El traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre se realizará como parte de las actividades a implementar en el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, para lo cual, el traslado lo realizará personal especializado en el manejo de fauna silvestre y mediante el uso de equipo adecuado para ello.

II.1.5.1. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Se publicó en el DOF el 30 de noviembre de 2006, y su última reforma con fecha 9 de mayo de 2014, siendo su objetivo el reglamentar la Ley General de Vida. La vinculación del Proyecto con el Reglamento se presenta en la **Tabla II-10**.

Tabla II-10. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 12.- Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría, los cuales deberán contener: **I.** Nombre, denominación o razón social, domicilio para oír y recibir notificaciones, así como teléfono, fax o correo electrónico. **II.** Número de registro correspondiente, en caso de que se trate de una UMA previamente establecida. **III.** Nombre del representante legal o nombre de las personas autorizadas para oír y recibir notificaciones. **IV.** Firma autógrafa o electrónica del interesado. **V.** Lugar y fecha de la solicitud. **VI.** Información que el promovente consideré confidencial, reservada o comercial reservada en los términos previstos en el artículo 19 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.	Como parte de las acciones de mitigación contempladas en la presente MIA-R, se proponen acciones para ahuyentar, rescatar y reubicar fauna silvestre. El manejo de la fauna rescatada lo harán especialistas en el tema, siguiendo lo que establece el artículo mencionado y la propia LGVS. En su caso, se solicitará la autorización correspondiente a la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT, para la liberación de ejemplares de vida silvestre al hábitat natural, con el objetivo de traslocación o como parte de las medidas de reubicación de ejemplares del sitio del Proyecto.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
VII. Información particular requerida para cada trámite específico, de conformidad con la Ley y este Reglamento. En cada trámite que se realice deberá presentarse copia de la identificación oficial o el acta constitutiva en caso de personas morales, o bien, el número de Registro de Personas Acreditadas en caso de contar con el mismo. Los formatos a los que hace referencia el presente artículo se publicarán en el Diario Oficial de la Federación y estarán disponibles al público en las oficinas de la Secretaría o en su página electrónica y serán de libre reproducción. Los informes, avisos y solicitudes a los que hace referencia la Ley y este Reglamento podrán presentarse por escrito o por medio electrónico, a elección del particular, para lo cual se establecerán las direcciones físicas o electrónicas en el portal de la Secretaría.	

II.1.6. Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales, publicada en el DOF el 1 de diciembre de 1992 y su última reforma el 11 de diciembre de 2025, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Su vinculación con el Proyecto se presenta en la **Tabla II-11**.

Tabla II-11. Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 2.- Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.	De conformidad con esta Ley, se acatarán en todas las etapas del Proyecto las disposiciones legales aplicables para la conservación y control de la calidad del agua, sea superficial o del subsuelo. Por ello se ejecutarán las medidas de prevención y mitigación que se incluyen en el Capítulo IV de la presente MIA-R y, en su caso, cualquier otra que señale la autoridad ambiental.
Artículo 3.- Para los efectos de esta Ley se entenderá por: (…) **XI.** "Cauce de una corriente": El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad; **XIII.** "Concesión": (...) **XX.** "Delimitación de cauce y zona federal": (...) **XL.** "Permisos": Para los fines de la presente Ley, existen dos acepciones de permisos: **a.** "Permisos": (...) **b.** "Permisos de descarga": (...) **XLVII.** "Ribera o Zona Federal": (...). En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del	Durante la prospección del Área del Proyecto, así como con el análisis de la carta topográfica del INEGI (2021); no se determinó la presencia de corrientes o cuerpos de agua. No obstante, y en alcance a la presente MIA-R, el Promovente, con fecha 19 de mayo de 2026, presentó ante la CONAGUA (Organismo de Cuenca Golfo Centro), la solicitud para que dicha Autoridad determine e informe si dentro del Área del Proyecto, existe algún cuerpo de agua o cauce que por sus características sean considerados de jurisdicción federal y esté a cargo de dicha Comisión (**Anexo II.1 Solicitud de opinión de zonas federales a CONAGUA**). Hasta el momento de la presente integración y presentación de la MIA-R, aún no se tiene pronunciamiento por parte dicha Comisión.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.	
Artículo 14 Bis 5. Los principios que sustentan la política hídrica nacional son: (…) **IX.** La conservación, preservación, protección y restauración del agua en cantidad y calidad es asunto de seguridad nacional, por tanto, debe evitarse el aprovechamiento no sustentable y los efectos ecológicos adversos; (…) **XII.** El aprovechamiento del agua debe realizarse con eficiencia y debe promoverse su reúso y recirculación; (…) **XVII.** Las personas físicas o morales que contaminen los recursos hídricos son responsables de restaurar su calidad, y se aplicará el principio de que "quien contamina, paga", conforme a las Leyes en la materia; (…) **XX.** La participación informada y responsable de la sociedad, es la base para la mejor gestión de los recursos hídricos y particularmente para su conservación; por tanto, es esencial la educación ambiental, especialmente en materia de agua; (…)	El agua que se utilice para las obras y actividades de las etapas del Proyecto será adquirida por medio de contratos de empresas autorizadas con permisos vigentes, los cuales avalen que el aprovechamiento está sujeto a las disposiciones que establecen la presente Ley y su Reglamento. Considerando la importancia del agua como parte del manejo ambiental que se realizará en el Proyecto, se contemplan acciones enfocadas a su uso racional, así como para la prevención de su contaminación, teniendo como base la concientización ambiental de todo el personal que labore en el Proyecto. En caso de que se ocasione contaminación en los recursos hídricos, se asumirá la responsabilidad correspondiente llevando a cabo las acciones necesarias para la reparación o compensación de daños. El Proyecto no infiltrará o descargará aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores. Las aguas residuales generadas serán dispuestas por terceros autorizados para su adecuado manejo y disposición final. En las etapas de preparación del sitio y construcción, se planea instalar un sanitario portátil por cada 20 personas. Para la etapa de operación y mantenimiento se tiene considerado el uso de una fosa séptica para la contención y almacenamiento temporal de las aguas residuales generadas. Se contratará a una empresa especializada en limpieza, manejo y disposición de los residuos, garantizando una adecuada gestión de las aguas residuales en todas las etapas del Proyecto.
Artículo 44.- La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas de la Ciudad de México, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue “la Autoridad del Agua”, en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley. (…) Las personas que infiltren o descarguen aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores distintos de los sistemas municipales de alcantarillados de las poblaciones, deberán obtener el permiso de descarga respectivo, en los términos de esta Ley independientemente del origen de las fuentes de abastecimiento. Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante aviso.	
Artículo 85.- En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, la Ciudad de México y los municipios, a través de las instancias correspondientes, las personas usuarias del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley. El Gobierno Federal podrá coordinarse con los gobiernos de los estados y de la Ciudad de México, para que estos últimos ejecuten determinados actos administrativos relacionados con la prevención y control de la contaminación de las aguas y responsabilidad por el daño ambiental, en los términos de lo que establece esta Ley y otros instrumentos jurídicos aplicables, para contribuir a la descentralización de la gestión de los recursos hídricos. Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de: **a.** Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y **b.** Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.	
Artículo 86 Bis 2.- Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	A fin de evitar la contaminación del agua, se implementarán actividades para el adecuado manejo de los residuos que se generen en el Proyecto, entre las cuales se incluirá la recolección, separación, almacenamiento, transporte y disposición final. Para el conocimiento del manejo de los residuos se realizarán pláticas o cursos dirigidos a todo el personal que labore en el Proyecto, mismos que se reforzarán

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
	mediante la instalación de señalética informativa o restrictiva del tema en cuestión. Dentro de las obras del Proyecto, como en caminos internos, subestación elevadora, o sitios donde se identifique necesario, se considera la construcción de obras de drenaje tanto transversales como longitudinales, con la finalidad de evacuar el agua excedente generada por la lluvia; asimismo, se contempla la implementación de un Programa de Manejo de Residuos, en el cual se detallarán las medidas a seguir para dar un manejo y disposición integral de todos los residuos generados en las diferentes etapas.
Artículo 88.- Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos. (…)	El manejo y disposición de las aguas residuales que se generen en las distintas etapas del Proyecto se realizará a través de un proveedor con los permisos y/o autorizaciones para ello, por lo que, de realizar la descarga de las aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación o en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, se solicitará al proveedor los permisos de descarga así como los estudios y/o análisis necesarios para garantizar el cumplimiento de las descargas con los límites máximos permisibles de contaminantes estipulados en la NOM-001-SEMARNAT-2021 o NOM-002-SEMARNAT-1996 respectivamente.
Artículo 88 Bis.- Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la presente Ley, deberán: **I.** Contar con el permiso de descarga de aguas residuales mencionado en el Artículo anterior; **II.** Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando sea necesario para cumplir con lo dispuesto en el permiso de descarga correspondiente y en las Normas Oficiales Mexicanas; (…) **XV.** Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias aplicables.	
Artículo 91 Bis. Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales a las redes de drenaje o alcantarillado, deberán cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas y, en su caso, con las condiciones particulares de descarga que emita el estado o el municipio. Los municipios, la Ciudad de México y en su caso, los estados, deberán tratar sus aguas residuales, antes de descargarlas en un cuerpo receptor, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas o a las condiciones particulares de descarga que les determine "la Autoridad del Agua", cuando a ésta competa establecerlas. Las descargas de aguas residuales por uso doméstico y público urbano que carezcan o que no formen parte de un sistema de alcantarillado y saneamiento, se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que se expidan y mediante aviso. Si estas descargas se realizan en la jurisdicción municipal, las autoridades locales serán responsables de su inspección, vigilancia y fiscalización.	
Artículo 113.- La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión": (…) **III.** Los cauces de las corrientes de aguas nacionales; **IV**. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;	Durante la prospección del Área del Proyecto, así como con el análisis de la carta topográfica del INEGI (2021); no se determinó la presencia de corrientes o cuerpos de agua. No obstante, y en alcance a la presente MIA-R, el Promovente, con fecha 19 de mayo de 2026, presentó ante la CONAGUA (Organismo de Cuenca Golfo Centro), la solicitud para que dicha Autoridad determine e informe si dentro del Área del Proyecto, existe algún cuerpo de agua o cauce que por sus características sean considerados de jurisdicción federal y esté a cargo de dicha Comisión (**Anexo II.1 Solicitud de opinión de zonas federales a CONAGUA**). De acuerdo con lo anterior, se está a espera del pronunciamiento por parte de la CONAGUA, para en su caso proceder conforme corresponda.

Consulta al Público

II.1.6.1. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

El presente ordenamiento fue publicado en el DOF el 12 de enero de 1994 y su última reforma el 25 de agosto de 2014, teniendo como objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales. El Proyecto se vincula al presente Reglamento de acuerdo con lo establecido en la **Tabla II-12**.

Tabla II-12. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 135.- Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán: **I.** Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento; **II.** Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente; (…) **XI.** Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias.	Las aguas residuales que se generen en el Proyecto quedarán sujetas al manejo y disposición de un proveedor con las autorizaciones y permisos necesarios para ello, entre los cuales, deberá de contar con el permiso para la descarga de aguas residuales y cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes dispuestos en la normatividad aplicable al sitio de su descarga.
Artículo 151.- Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	En el Proyecto se realizarán las medidas pertinentes para evitar la contaminación del agua, siendo las de mayor relevancia las correspondientes al manejo de residuos (sólidos urbanos, manejo especial, peligrosos).

II.1.7. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental fue publicada en el DOF el 7 de junio de 2013 y su última reforma el 14 de noviembre de 2025, siendo el ordenamiento que regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. Los preceptos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. Los artículos de la Ley que se vinculan al Proyecto se presentan en la **Tabla II-13**.

Consulta al Público

Tabla II-13. Vinculación del Proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 5o.- Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.	Durante las diferentes etapas del Proyecto se verificará y dará seguimiento de que no se realice ningún acto u omisión de forma dolosa que pueda dañar a los ecosistemas o al medio ambiente.
Artículo 6o.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: **I.** Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, **II.** No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	El Promovente ingresa ante la Secretaría la presente Manifestación de Impacto Ambiental, para su evaluación, y en su caso autorización correspondiente, en la cual se informan los posibles impactos ambientales por el desarrollo del Proyecto, así como las medidas que se deberán de aplicar para prevenir, mitigar, restaurar o compensar dichos impactos. Una vez que se tenga la autorización en materia de impacto ambiental, así como la de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el Promovente se sujetará al cumplimiento de los términos y condicionantes de los resolutivos correspondientes.
Artículo 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	Durante el desarrollo del Proyecto se realizarán diversas medidas ambientales enfocadas a la protección y conservación de los recursos naturales, sin embargo, en el caso de que se ocasione algún daño al ambiente, se asumirán las responsabilidades correspondientes a ello, llevando a cabo las acciones necesarias para la reparación de los daños, y en dado caso, la compensación ambiental que proceda.

II.1.8. Ley de Planeación y Transición Energética

La presente Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2025; es reglamentaria de los artículos 25, párrafo tercero; 27, párrafos sexto y séptimo; y 28, párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Es de orden público e interés social y de observancia general en los Estados Unidos Mexicanos.

Tiene por objeto establecer y regular la planeación vinculante en el Sector Energético y el fortalecimiento de la transición energética, así como el aprovechamiento sustentable de la energía, el cumplimiento de obligaciones en materia de energías limpias y la reducción de emisiones contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos con el fin de coadyuvar a la soberanía, justicia y autosuficiencia energética. Dada la naturaleza del Proyecto, que se orienta a la generación de electricidad mediante aprovechamiento de la energía solar renovable, resulta relevante la vinculación con la presente Ley (**Tabla II-14**).

Tabla II-14. Vinculación del Proyecto con la Ley de Planeación y Transición Energética

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 2.- La Secretaría de Energía está a cargo de la planeación vinculante en el Sector Energético, que incluye, como parte esencial, el desarrollo de las áreas estratégicas para preservar la soberanía, la seguridad, la autosuficiencia y la Justicia Energética de la Nación; así como la prestación de servicios públicos para	El Proyecto cumple las disposiciones establecidas en el presente artículo, ya que consiste en la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables de energía como es la energía

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
garantizar la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, de acuerdo con los objetivos siguientes. **I.** Garantizar (…) **II.** Impulsar el desarrollo sustentable del Sector Energético y preservar la seguridad y autosuficiencia energética de la Nación. **III.** Impulsar los proyectos de infraestructura estratégicos necesarios para cumplir con la política energética nacional y su ejecución. **IV.** (...) **VII.** Promover las Energías Limpias, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía incluyendo la Eficiencia Energética en los sectores productivos y de uso final de la energía, y la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como de contaminantes del Sector Energético. Para este fin, la Secretaría puede crear mecanismos de financiamiento en programas y proyectos de interés público. **VIII.** Promover la Justicia Energética con mecanismos eficientes y sustentables para reducir la Pobreza Energética y dotar de infraestructura a la población para satisfacer las necesidades energéticas básicas (…). **IX.** Promover la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía entre los sectores económicos del país, manteniendo y promoviendo la competitividad de los sectores productivos en los sectores de consumo final, así como en toda la cadena de producción de energía, incluyendo su transformación. **X.** Promover el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y de los recursos renovables, la economía circular y el aprovechamiento de los residuos para fines energéticos. **XI**. Establecer los mecanismos de coordinación, supervisión y verificación del cumplimiento de esta Ley y las sanciones correspondientes al incumplimiento de esta. **XII.** Apoyar el cumplimiento de las metas del país con respecto a la generación de electricidad provenientes de fuentes de Energía Limpia y a la reducción de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.	solar, lo que contribuye con el objetivo de lograr las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.
Artículo 3.- Para efectos de la interpretación y aplicación de la presente Ley, se deben entender los conceptos y las definiciones, en singular o plural, previstas en la Ley del Sector Eléctrico, la Ley del Sector Hidrocarburos, la Ley de Biocombustibles, la Ley de Geotermia y en las siguientes definiciones. (…) **IX.** Energías Limpias: Son aquellas fuentes de energía y procesos de generación de energía de bajas emisiones, incluidos los definidos como tales en la Ley del Sector Eléctrico. **X.** Energías Renovables: Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable que se regeneran naturalmente o con capacidad de regeneración a escala del tiempo del ser humano. Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación: **a)** El viento tanto en zonas terrestres como marinas. **b)** La radiación solar, en todas sus formas (…)	La presente Ley establece políticas y medidas para impulsar el aprovechamiento energético de recursos renovables y para la sustitución de combustibles fósiles en el consumo final, así como para la reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos. En alineación con lo anterior, el Proyecto producirá energía limpia y renovable a partir de la radiación solar. Con su implementación se impulsará el aprovechamiento energético de recursos renovables, sustituyendo o reduciendo con ello la generación de energía eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles.
Artículo 9.- Corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: **I.** Diseñar y aplicar (…). **V.** Elaborar estudios de evaluación ambiental estratégica de carácter regional para promover la instalación de proyectos de Energías Limpias. (…) **VI.** Compartir los resultados de los estudios de evaluación ambiental estratégica con la Secretaría para que se integre en la planeación del Sector Energético y desarrollar mecanismos para la promoción y simplificación de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos de Energías Limpias en las regiones que determine, en coordinación con la Secretaría. **VII.** En coordinación con la Secretaría, actualizar la línea base de Emisiones de bióxido de carbono equivalente del Sector Energético en su conjunto y proyectar la disminución esperada en las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en concordancia con el cumplimiento de las metas de Energías Limpias y con el cumplimiento de su contribución a las metas establecidas en la Ley General de Cambio Climático. **VIII.** Publicar, en conjunto con la Secretaría un informe de las Emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y del resto de los contaminantes atmosféricos regulados que tenga cada instalación del Sector Energético y que tenga una emisión mayor o igual al umbral que derive de la	El Proyecto consiste en utilizar energía solar para generar energía eléctrica limpia, por lo que las emisiones de gases efecto invernadero serán mínimas cumpliendo las metas de energías limpias y la Ley General de Cambio Climático.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones, para la publicación de los instrumentos de planeación. **IX.** Proporcionar a la Secretaría la información sobre consumo final de la energía y las Emisiones Contaminantes de los sectores energético, industrial y de consumo final. **X.** Colaborar y coordinarse con la Secretaría en la vigilancia del cumplimiento en materia de Emisiones y Eficiencia Energética vinculadas al Sector Energético.	
Artículo 89.- La Secretaría de Energía y la Comisión Nacional de Energía pueden realizar visitas de verificación, inspección y vigilancia, de acuerdo con las disposiciones aplicables.	El Promovente colaborará en los actos de inspección y vigilancia que la SENER y la CNE, en el momento que juzguen conveniente, decidan llevar a cabo en el Proyecto.

II.1.9. Ley del Sector Eléctrico

La Ley del Sector Eléctrico se publicó el 18 de marzo de 2025 en el DOF, tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, así como las demás actividades del sector eléctrico. En relación con la Ley del Sector Eléctrico el Proyecto se vincula principalmente con los artículos que se presentan en la **Tabla II-15**.

Tabla II-15. Vinculación del Proyecto con la Ley del Sector Eléctrico

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de los artículos 25, párrafos cuarto y quinto; 27, párrafo sexto y 28, párrafo cuarto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, de orden público e interés social y tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, así como las demás actividades del sector eléctrico. Esta Ley tiene por finalidad: **I.** Preservar la seguridad y autosuficiencia energética de la Nación; **II.** Procurar la eficiencia, Calidad, Continuidad, Accesibilidad, seguridad, Confiabilidad y Sostenibilidad del Sistema Eléctrico Nacional y del sector eléctrico; **III.** Reconocer la prevalencia del Estado en las actividades del sector eléctrico, toda vez que este es el garante de la Continuidad, Accesibilidad, seguridad y Confiabilidad del servicio público de electricidad y del Sistema Eléctrico Nacional; **IV.** Determinar la forma en que los particulares pueden participar en las actividades del sector eléctrico que no son exclusivas del Estado; **V.** Procurar que se provea al pueblo de los Estados Unidos Mexicanos de la electricidad al menor precio posible, evitando Lucro en el Suministro Básico; **VI.** Impulsar el desarrollo sostenible del sector eléctrico con la responsabilidad social, económica y medioambiental del sector público, el sector social y el sector privado; **VII.** Promover las acciones en materia de Justicia Energética, uso de fuentes de energías limpias y de transición energética, y **VIII.** Procurar la reducción de emisiones contaminantes, favorecer la descarbonización del sector eléctrico y el cumplimiento de los compromisos internacionales en estas materias.	El Proyecto, al consistir en actividades de generación de energía eléctrica, forma parte de la industria eléctrica y al sector eléctrico, por lo que, para el desarrollo de éste se deberán acatar las disposiciones establecidas en la presente Ley. Al generar energía eléctrica mediante fuentes renovables de energía como la solar, el Proyecto contribuirá al cumplimiento de los propósitos de la presente Ley, entre ellos, el uso de fuentes de energías limpias y de transición energética y la reducción de emisiones contaminantes del sector eléctrico.
Artículo 2.- El sector eléctrico comprende las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, así como, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, la operación del Mercado Eléctrico Mayorista, y la proveeduría de insumos primarios para el sector eléctrico. Las actividades del sector eléctrico son de interés público. (…)	El Proyecto se vincula con estas disposiciones porque se pretende la construcción y operación de una central fotovoltaica, misma que contribuirá a la generación de energía eléctrica. De igual manera, la generación de electricidad será mediante la captación de la radiación solar, que en términos de la LSE es un tipo de energía limpia.
Artículo 3.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:	

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
I. (...) **XXI.** Energías limpias: Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan. Entre las Energías Limpias se consideran las siguientes: (…) **b)** La radiación solar, en todas sus formas; (…)	
Artículo 88.- El sector eléctrico se considera de utilidad pública. Procede la ocupación o afectación superficial o la constitución de servidumbres necesarias para la construcción de Proyectos de Infraestructura del servicio público de transmisión y Centrales Eléctricas mediante el aprovechamiento de un yacimiento geotérmico o del recurso hidráulico, o cualquier otras, conforme a las disposiciones aplicables. Las actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica se consideran de interés social y orden público, por lo que tienen preferencia sobre cualquier otra que implique el aprovechamiento de la superficie o del subsuelo de los terrenos afectos a aquéllas. La Federación, los gobiernos de los Estados y de la Ciudad de México, de los municipios y de las alcaldías, deben contribuir al desarrollo de proyectos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, mediante procedimientos y bases de coordinación que agilicen y garanticen el otorgamiento de los permisos y autorizaciones en el ámbito de su competencia. (…)	El Proyecto se relaciona con la presente disposición al tratarse de la construcción, operación y mantenimiento de una central fotovoltaica, misma que contribuirá a la generación de energía eléctrica.
Artículo 133.- Los Proyectos de Infraestructura de los sectores público y privado en el sector eléctrico deben atender los principios de Sostenibilidad y respeto de los derechos humanos y los recursos naturales de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas y todas aquellas asentadas en las regiones en donde se pretendan desarrollar dichos proyectos.	En cumplimiento a las disposiciones establecidas en los presentes artículos, se realizará la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que podría derivarse de la implementación del Proyecto, en la cual se definirán las medidas a llevar a cabo para atender los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos y los recursos naturales de los pueblos y las comunidades asentadas en la región en la que se pretende establecer el Proyecto. La Manifestación de Impacto Social del Sector Energético se acotará, al menos, al contenido estipulado en el artículo 136 de la presente Ley, y será presentada ante la Secretaría de Energía para obtener la autorización para desarrollar proyectos de infraestructura eléctrica.
Artículo 136.- La Empresa Pública del Estado o los interesados en desarrollar Proyectos de Infraestructura eléctrica deben elaborar y presentar a la Secretaría la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que debe ser elaborada con un enfoque participativo, aplicando de manera transversal una perspectiva de género y respetando y protegiendo los derechos humanos. La manifestación debe contener, al menos: **I.** La descripción de las etapas y actividades del proyecto y delimitación de su área de influencia directa e indirecta, así como el área núcleo; **II.** La identificación y caracterización de las comunidades o localidades y pueblos que se ubican en el área de influencia del proyecto; **III.** La identificación, caracterización, predicción y valoración de los posibles impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto, y **IV.** Las medidas de prevención y mitigación, integrado en el plan de gestión social elaborado de forma participativa y propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto. En el Reglamento y las Disposiciones administrativas de carácter general se deben establecer los elementos para definir el monto de inversión anual de los planes de gestión social, así como los contenidos específicos, características y las modalidades de las manifestaciones de impacto social, así como el pago del derecho o aprovechamiento correspondiente conforme a la normatividad aplicable.	
Artículo 139.- La Secretaría debe emitir la autorización de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético en un término no mayor a noventa días naturales sobre el cumplimiento o incumplimiento de los requisitos de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético y, en su caso, los términos, condicionantes y recomendaciones para la autorización total o parcial del proyecto, en los términos previstos en esta Ley, su Reglamento y en las disposiciones administrativas de carácter general. La autorización correspondiente puede: **I.** Autorizar definitivamente la realización del proyecto de que se trate, en los términos solicitados, o **II.** Autorizar de manera condicionada el proyecto de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación del plan de gestión social, así como cualquier otra que sea contemplada en el Reglamento o normatividad aplicable a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos sociales adversos susceptibles de ser producidos en cualquier fase del proyecto. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría debe señalar los requerimientos que deben observarse en la realización de la obra o actividad prevista. El interesado cuenta con un plazo no mayor a treinta días hábiles, contados a partir del día siguiente al que se haya recibido la notificación de la prevención, para subsanar las omisiones, o	Previo al desarrollo de la infraestructura vinculada al Proyecto, el Promovente obtendrá la autorización definitiva de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético, sujetándose a los términos, condicionantes y/o recomendaciones que se establezcan en el correspondiente resolutivo, entre ellos, los definidos en el artículo 140 de la presente Ley.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
III. Negar la autorización solicitada, cuando: **a)** Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las disposiciones administrativas de carácter general y demás disposiciones aplicables, o **b)** Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos sociales de la obra o actividad de que se trate. Para el inicio del desarrollo de infraestructura vinculada al proyecto, es necesaria la autorización definitiva de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético, sin menoscabo del cumplimiento de requisitos de otras autoridades.	
Artículo 140.- Los términos y condicionantes a que se refiere el artículo anterior deben incluir al menos lo siguiente: **I.** Dar aviso a la Secretaría cuando se realicen cambios o modificaciones al proyecto autorizado; **II.** Presentar a la Secretaría un informe anual de la implementación del Plan de Gestión Social, y **III.** Conservar para los fines que establezca la Secretaría, y por un periodo de cinco años, la información actualizada del proyecto y presentarla a la Secretaría cuando ésta así lo requiera.	
Artículo 142.- La Secretaría implementará mecanismos que permitan cumplir la política en materia de diversificación de fuentes de energía, seguridad energética y la promoción de fuentes de Energías Limpias. La Secretaría establecerá las obligaciones para adquirir Certificados de Energías Limpias e instrumentará los demás mecanismos que se requieran para dar cumplimiento a la política en la materia, y podrá celebrar convenios que permitan su homologación con los instrumentos correspondientes de otras jurisdicciones.	El Proyecto contribuye al cumplimiento de este precepto legal al diversificar una fuente de energía limpia a partir de la radiación solar.

II.1.10. Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos

Esta Ley fue publicada en el DOF el 6 de mayo de 1972 y su última reforma el 14 de noviembre de 2025, tiene por objeto la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.

En relación con la presente Ley, el Proyecto se vincula de acuerdo con lo dispuesto en la **Tabla II-16**.

Tabla II-16. Vinculación del Proyecto con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 29.- Los monumentos arqueológicos muebles no podrán ser transportados, exhibidos o reproducidos sin permiso del Instituto competente. El que encuentre bienes arqueológicos deberá dar aviso a la autoridad civil más cercana. La autoridad correspondiente expedirá la constancia oficial del aviso, o entrega en su caso, y deberá informar al Instituto Nacional de Antropología e Historia, dentro de las 24 horas siguientes, para que éste determine lo que corresponda.	El sitio del Proyecto no se considera un inmueble o predio ubicado dentro de o colindante con una zona o monumento arqueológico, artístico o histórico. No obstante, cómo acción preventiva, el Promovente ha sometido ante el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), en el estado de Veracruz, la consulta sobre la inserción de una zona de monumentos arqueológicos o donde se presuma su existencia o colindancia con un monumento arqueológico dentro del polígono donde se pretende realizar el Proyecto (**Anexo II.2 Consulta de monumentos arqueológicos al INAH**). De acuerdo con lo anterior, se está a espera del pronunciamiento por parte del INAH, para en su caso proceder conforme corresponda.
Artículo 51.- Al que se apodere de un monumento mueble arqueológico, histórico o artístico sin consentimiento de quien puede disponer de él con arreglo a la Ley, se le impondrá prisión de tres a diez años y de dos mil a tres mil días multa.	

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 52.- Al que por cualquier medio dañe, altere o destruya un monumento arqueológico, artístico o histórico, se le impondrá prisión de tres a diez años y multa hasta por el valor del daño causado. Cuando el daño no sea intencional, se estará a lo dispuesto en el capítulo de aplicación de sanciones a los delitos culposos del Código Penal Federal.	Con el desarrollo del Proyecto no se tendrán daños, alteraciones o destrucción de algún monumento arqueológico, artístico o histórico, ya que en el área no se encuentran este tipo de edificaciones.

II.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

II.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), fue publicado en el DOF el 07 de septiembre del año 2012, y de acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, tiene como objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

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

Con respecto al POEGT, el Proyecto se ubicará en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 75, correspondiente a la Llanura Costera Veracruzana Norte, y perteneciente a la Región Ecológica 18.17 (**Figura II-1**), a la cual le corresponde la Política Ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable.

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura II-1 Ubicación del Área del Proyecto dentro de la unidad ambiental biofísica 75 del POEGT

En la **Tabla II-17** se establecen las características generales asociadas al POEGT, y en la **Tabla II-18** se establece la vinculación del Proyecto con las estrategias definidas para la UAB 75 Llanura Costera Veracruzana Norte.

Tabla II-17. Características de la UAB 75 Llanura Costera Veracruzana Norte en la que se establecerá el Proyecto

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Estrategias sectoriales
75	Forestal	Agricultura; Ganadería; Turismo	Minería poblacional	Pemex; Pueblos indígenas	Restauración y Aprovechamiento Sustentable	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 18, 21, 22, 23, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42. 43, 44.

Tabla II-18. Vinculación del Proyecto con las estrategias sectoriales de las UAB 75 Llanura Costera Veracruzana Norte

Estrategias	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El Proyecto contempla el aprovechamiento sustentable de un recurso natural renovable como es la energía solar para la producción de energía eléctrica, debido a lo cual, su desarrollo y/o implementación, se llevará a cabo en conjunto con una serie de medidas enfocadas a la prevención, mitigación, restauración o compensación de impactos ambientales, asegurando con ello la protección y/o conservación de los recursos bióticos y abióticos que se presentan tanto en el Área del Proyecto como en la Región Ecológica (RE).
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	La estrategia no es aplicable al Proyecto ya que no se consideran actividades agrícolas y/o pecuarias como parte de la implementación de este.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	La estrategia no es aplicable al Proyecto ya que no se consideran actividades agrícolas como parte de la implementación de este.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Como parte de las actividades de preparación del sitio para la construcción del Proyecto, se realizará un CUSTF, en el que los recursos provenientes del mismo serán aprovechados y/o utilizados en beneficio del mejoramiento de los ecosistemas del lugar, tal como el suelo orgánico y restos vegetales (raíces, ramas y hojas), mismos que serán rescatados y dispuestos para el enriquecimiento de suelos en actividades de restauración dentro del Proyecto o para la reubicación de flora o reforestación. Acorde con lo estipulado en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, el Promovente realizará los trámites requeridos para obtener la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
8. Valoración de los servicios ambientales.	Los servicios ambientales que proporciona principalmente el ecosistema forestal que se presenta en el Área del Proyecto serán valorizados durante el Estudio Técnico Justificativo para la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Aunado a ello, el desarrollo del Proyecto se llevará a cabo en conjunto con una serie de medidas enfocadas a la prevención, mitigación, restauración o compensación de impactos ambientales, con las cuales se vigilará que se protejan y/o conserven los recursos bióticos y abióticos, así como los servicios que proporcionan tanto en el Área del Proyecto como en la RE.
C) Protección de los recursos naturales	
12. Protección de los ecosistemas.	En el presente documento se ha realizado un estudio de los principales elementos bióticos y abióticos que conforman los ecosistemas que se verán impactados por el desarrollo del Proyecto, el cual servirá como base para la realización de medidas ambientales enfocadas a la protección de los ecosistemas y sus recursos, tales como: rescate y reubicación de especies de flora y fauna de importancia ecológica, compensación de vegetación forestal por cambio de uso de suelo

Consulta Pública

Estrategias	Vinculación con el Proyecto
	mediante actividades de reforestación, y recuperación de suelos mediante actividades de enriquecimiento con residuos vegetales o incorporación de suelo orgánico. Además, se llevarán a cabo actividades enfocadas al manejo de residuos, así como a la concientización ambiental, entre otras medidas ambientales con las cuales se propiciará que los ecosistemas sean protegidos y no ocurra un desequilibrio ecológico en ellos.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El enriquecimiento de suelos se realizará principalmente mediante el uso de residuos vegetales provenientes del desmonte o mediante la adición de suelo orgánico recuperado durante las actividades de despalme. En caso de requerir la adición de nutrientes mediante otro tipo de métodos, principalmente para el establecimiento de los ejemplares de flora reubicados o durante las actividades de reforestación, se utilizarán fertilizantes orgánicos.
D) Restauración	
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Como parte de las actividades enfocadas a la compensación de la remoción de la cobertura vegetal forestal y de suelo orgánico, se contemplan actividades de restauración, principalmente a través de reforestación, reubicación de flora rescatada, incorporación de residuos vegetales y el rescate y reincorporación de suelo orgánico.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	
15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentables de los recursos naturales no renovables del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Debido a que el Proyecto no llevará a cabo actividades mineras como parte de la implementación de este, el uso de los productos del Servicio Geológico Mexicano (Carta Geológico – Minera) se limitó a la caracterización del medio físico del Área del Proyecto y la RE, así como para la definición de elementos de disturbio al medio ambiente (minas y/o bancos de material pétreo).
15 bis. Coordinación entre los sectores minero y ambiental	La estrategia no es aplicable al Proyecto ya que no se consideran actividades mineras como parte de la implementación de este.
18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	La estrategia no es aplicable al Proyecto ya que este consistirá en la producción de energía eléctrica a través de energía solar.
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	La estrategia no es aplicable al Proyecto ya que no corresponde a la industria turismo.
22.- Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	La estrategia no es aplicable al Proyecto ya que no corresponde a la industria turismo.
23.- Sostener y diversificar la demanda turística domestica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	La estrategia no es aplicable al Proyecto ya que no corresponde a la industria turismo.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y saneamiento	
28.- Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico	Durante las diferentes etapas del Proyecto se estarán generando aguas residuales, para las cuales se asegurará un correcto manejo integral, desde el almacenamiento en sitio, recolección y disposición final a través de prestadores de servicios autorizados para tal fin. La disposición final se hará preferentemente en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), a través de un tercero, con lo cual se estará contribuyendo en las acciones para asegurar una mejor calidad del agua del recurso hídrico. Además, durante el desarrollo del Proyecto se implementarán estrategias enfocadas al cuidado y ahorro del agua, y se fomentará la iniciativa para que, en la medida de lo posible, se realice uso y aprovechamiento de aguas tratadas, siempre y cuando en los procesos a incluir lo permita.

Consulta al Público

Estrategias	Vinculación con el Proyecto
29. Posicionar el tema de agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional	El Proyecto se desarrollará en consideración de los lineamientos establecidos en los diferentes Programas de Gestión del Agua aplicables (estatales y/o municipales). Además, como parte de las medidas de prevención y mitigación consideradas, se implementarán acciones de concientización y educación ambiental con el personal participante, con el fin de difundir y reforzar las estrategias a implementar para el cuidado y uso responsables de agua.
E) Desarrollo social	
33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto se requerirá la contratación de mano de obra para la ejecución de obras y actividades. Para ello, se procurará priorizar la contratación de personal residente en la región del Área del Proyecto.
34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	
35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos**.**	La estrategia no es aplicable al Proyecto, correspondiendo principalmente a las instancias gubernamentales llevarlo a cabo.
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.	La estrategia no es aplicable al Proyecto ya que no corresponde a la industria alimentaria.
37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Los empleos que se generen por parte del Proyecto serán en medida de lo posible para la población de la región, dando prioridad a la fuerza laboral calificada y/o especializada que provenga de grupos vulnerables.
38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	La estrategia no es aplicable al Proyecto, correspondiendo principalmente a las instancias gubernamentales llevarlo a cabo.
40.- Atender 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.	La estrategia no es aplicable al Proyecto, correspondiendo principalmente a las instancias gubernamentales llevarlo a cabo.
41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	La estrategia no es aplicable al Proyecto, correspondiendo principalmente a las instancias gubernamentales llevarlo a cabo.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	
42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Se realizarán contratos de arrendamiento con los propietarios de los terrenos en los que se establecerá el Proyecto, así como los procedimientos necesarios para la legal ocupación de los terrenos de acuerdo con la tenencia de estos.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	La estrategia no es aplicable al Proyecto.

Consulta al Público

Estrategias	Vinculación con el Proyecto
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.	La estrategia no es aplicable al Proyecto correspondiendo principalmente a las instancias gubernamentales llevarlo a cabo. Independientemente a ello, el Proyecto se acatará a las disposiciones establecidas en los ordenamientos territoriales correspondientes.

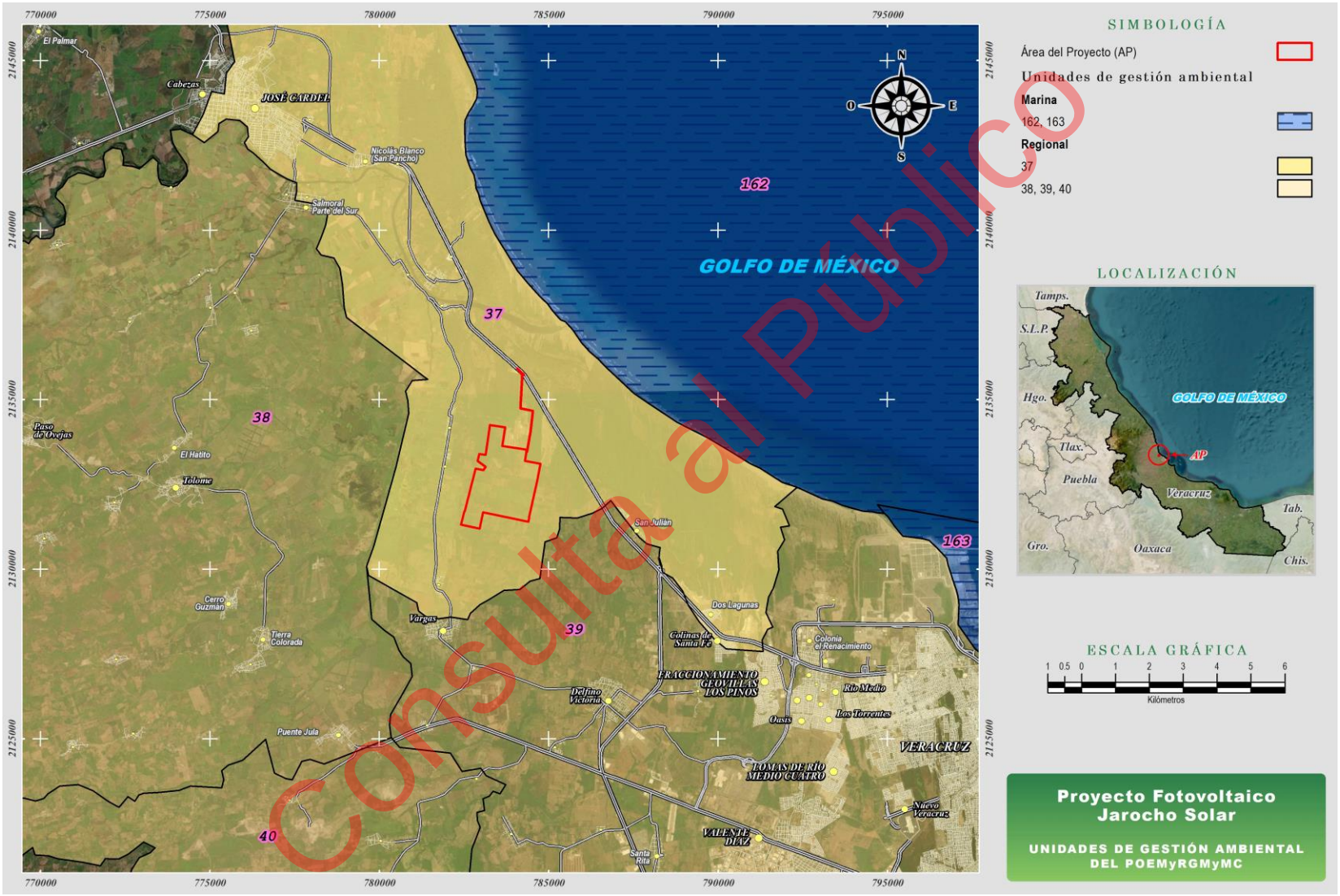
De acuerdo con lo previamente expuesto, es posible concluir que el Proyecto es viable y se alinea a las prioridades establecidas en el POEGT, el cual permite orientar programas, proyectos y acciones para contribuir al desarrollo sustentable de cada región. Específicamente, el Proyecto no se contrapone con las políticas ambientales, lineamientos ecológicos y estrategias aplicables, y es congruente con las estrategias establecidas en la UAB 75, tal como se argumenta en la sección anterior.

II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de California y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), fue publicado en el DOF el 24 de noviembre de 2012. Surge para dar atención y cumplimiento a los objetivos generales de la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas, y es por ello que para su implementación considera ciertas líneas del marco estratégico a seguir, entre las cuales se destaca: Delimitar la zona costera de México; Integrar los ámbitos terrestre y marino del espacio costero y de las aguas oceánicas donde el país ejerce su soberanía; Establecer una estructura de planeación regional costera, integrada por cuatro Unidades Regionales de Gestión Ambiental, I) Pacífico Norte, II) Golfo de California, III) Pacífico Sur y, IV) Golfo de México y Mar Caribe (SEMARNAT, 2025).

Una vez construida la regionalización, que para el Proyecto compete la correspondiente a la Unidad Regional de Gestión Ambiental IV: Golfo de México y Mar Caribe, también se identificaron las 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), distribuidas en 142 municipios de los 6 Estados que forman parte de ella. Con base en dicha información se pudo identificar y determinar que, el Área del Proyecto forma parte de la UGA 37: La Antigua, que contempla una superficie de 13,203 ha (**Figura II-2**).

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura II-2 Ubicación del Área del Proyecto dentro de la unidad de gestión ambiental 37 del POEMyRGMyMC

En la **Tabla II-19** se establece la vinculación del Proyecto con las acciones generales asociadas la UGA 37: La Antigua, y en la **Tabla II-20** se establece la vinculación del Proyecto con las acciones específicas definidas para esta UGA.

Tabla II-19. Vinculación del Proyecto con las acciones generales de aplicación a la UGA 37: La Antigua

Clave	Acción General	Vinculación con el Proyecto
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero	El Proyecto consistirá en la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la energía solar, por medio de módulos fotovoltaicos. Por lo tanto, durante la operación del Proyecto no se tiene previsto la generación ni emisión de gases de efecto invernadero. Únicamente se tiene identificado que las emisiones de gases de efecto invernadero corresponderán a las provenientes de vehículos y maquinaria que se utilicen, en las diferentes etapas del Proyecto. No obstante, se implementarán las medidas de prevención y control correspondientes para asegurar la menor emisión de GEI.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	Para la proyección de ejecución del Proyecto se realizan los estudios técnicos ambientales correspondientes, con el fin de identificar los posibles componentes ambientales que se verán modificados. En ese sentido, se proponen diferentes medidas de control, mitigación y compensación (como por ejemplo el rescate y reubicación de flora silvestre y reforestación) con las cuales se logrará minimizar y resarcir los efectos negativos que se pudieran provocar hacia el hábitat involucrado en el Área del Proyecto.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	De acuerdo con el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el Estado de Veracruz; el Área del Proyecto involucra unidades de gestión territorial correspondientes a uso de suelo urbanizable, agrícola de temporal y unidad de riego. Por lo tanto, el Proyecto se desarrollará en un sitio adecuado para instalaciones industriales.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El objetivo del Proyecto es la generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar, aprovechada por medio de módulos fotovoltaicos. El único manejo de biota silvestre corresponderá a especies de flora que serán utilizadas para la implementación de acciones de reforestación. Ante ello, la selección de especies para dicha actividad sólo se centrará en especies nativas de la región.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	Como parte de las medidas de compensación, se promoverá la implementación de un Programa de Reforestación, en cuya selección y designación de los polígonos para las actividades, se podrá considerar los márgenes de ríos que se ubiquen en los alrededores del Área del Proyecto.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El Área de Proyecto se localiza aproximadamente a 3 km del cauce del río La Antigua, por lo tanto se cumple con la presente acción general. Además, de acuerdo con la prospección en el Área del Proyecto, así como la consulta de cartas topográficas del INEGI, se determinó que tampoco existen corrientes de aguas temporales o permanentes.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Como parte de las medidas de compensación, se promoverá la implementación de un Programa de Reforestación, para el cual, al momento de seleccionar y designar los polígonos para las actividades, se podrá considerar los márgenes de ríos que se ubiquen en los alrededores del Área del Proyecto.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El Proyecto consiste en la producción de energía eléctrica mediante el uso de módulos fotovoltaicos, por lo que se contribuye al cumplimiento de la presente acción general, toda vez que se hará el uso de tecnologías vigentes.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Como parte de las medidas de mitigación y compensación, se promoverá la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, así como un Programa de Reforestación, con los cuales se contribuirá a la restauración del suelo y al incremento, a largo plazo, en el potencial de sumideros forestales de carbono.

Consulta al Público

Clave	Acción General	Vinculación con el Proyecto
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El Proyecto consiste en el aprovechamiento de energía solar, para la producción de energía eléctrica. Por lo tanto, no se hará uso de combustibles fósiles.
G028	Promover el uso de energías renovables	El Proyecto consiste en el aprovechamiento de energía solar (renovable), para la producción de energía eléctrica.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía	El Proyecto, al ser un generador de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, contribuirá con el aprovechamiento sustentable de energía en el país.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes	Para el desarrollo del Proyecto se buscarán las mejores tecnologías en los componentes a utilizar (por ejemplo, los modelos más eficientes de módulos fotovoltaicos e inversores), con el fin de hacer un aprovechamiento más eficiente, en cuanto a la producción y uso de la energía. Además, durante las etapas del Proyecto se implementarán estrategias para fomentar el óptimo uso de la energía.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	El Proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de energía solar, por lo tanto, contribuirá en la reducción de contaminantes que acelera el calentamiento global.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El Proyecto se alinea con la atención de la presente acción general, toda vez que corresponde a la generación de energía eléctrica a través del aprovechamiento de energías renovables y, por lo tanto, no generará emisiones de gases de efecto invernadero ni contaminantes directos al medio.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	El Proyecto contribuirá con el cumplimiento de la presente acción general, toda vez que será proveedor de energía eléctrica generada a través de tecnologías limpias.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental	De acuerdo con el desarrollo del Proyecto y con base en los lineamientos de las autoridades competentes, durante la etapa operativa se podrán valorar la incorporación al Programa Nacional de Auditoría Ambiental.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos	Durante las diferentes etapas del Proyecto se implementará un Programa de Manejo de Residuos en el cual se incluirá, como parte de las estrategias de su cumplimiento, la concientización continua del personal participante, con el fin de promover y lograr un adecuado manejo integral de los diferentes tipos de residuos generados.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas	De acuerdo con los Procedimientos Constructivos y los parámetros de calidad definidos para cada uno de ello, durante la etapa de construcción del Proyecto se evaluará un posible uso de aguas tratadas en la ejecución de actividades constructivas. No obstante, ello estará en función de las especificaciones técnicas definidas para cada procedimiento.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El Proyecto no involucra el tratamiento de aguas residuales. No obstante, durante sus diferentes etapas sí generará aguas residuales. Por lo tanto, para contribuir con el cumplimiento de esta acción general, el manejo integral de recolección, transporte y disposición final se hará a través de empresas autorizadas por la autoridad competente, mismas que deberán contar con herramientas y equipos adecuados para tal final, así como que prioricen su disposición final en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El desarrollo del Proyecto involucra la ejecución de un cambio de uso de suelo de terrenos forestales, al menos en una porción del terreno considerado. Por lo tanto, en atención a las disposiciones de la legislación ambiental aplicables, se obtendrá la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente, la cual se buscará mediante la autorización del Estudio Técnico Justificativo.

Consulta al Público

Clave	Acción General	Vinculación con el Proyecto
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables	Durante todas las etapas del Proyecto se tiene prevista la posible generación de residuos peligrosos, para lo cual se implementará un Programa de Manejo de Residuos que deberá ser validado y aprobado por las autoridades competentes. Con base en ello, se asegurará que el manejo integral de los residuos peligrosos se realizará en apego con los lineamientos establecidos en la legislación ambiental vigente en la materia.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	Para el desarrollo del Proyecto se realizará la habilitación de un camino de acceso, sin embargo, éste no interfiere flujos hidrológicos de ningún tipo.

Tabla II-20. Vinculación del Proyecto con las con las acciones específicas de aplicación a la UGA 37: La Antigua

Clave	Acción Específica	Vinculación con el Proyecto
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Para la etapa de preparación del sitio del Proyecto será necesario realizar acciones de cambio de uso de suelo, mediante la remoción de cobertura vegetal (desmonte) y, de acuerdo con los requerimientos constructivos, despalme del terreno. Sin embargo, estas acciones se realizan por medio de herramientas manuales (machetes y motosierras) y maquinaria. En ningún momento se realizará el uso de agroquímicos para el control de la vegetación.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma	Está acción específica no es vinculante al Proyecto, toda vez que no se hará distribución de agua. Sin embargo, durante las diferentes etapas sí se requerirá del uso de agua para procesos constructivos y para servicios. Por ello, se implementarán estrategias para el ahorro y uso eficiente del agua y se concientizará al personal participante respecto al tema.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto se podrá evaluar el uso de aguas grises, siempre y cuando los procedimientos constructivos y sus criterios de calidad lo permitan. Respecto a la captación de agua de lluvia, no se ve factible la implementación de un programa para tal fin, toda vez que una de las medidas de prevención y control consistirá en no modificar el proceso de infiltración del agua al manto acuífero.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria	Como parte de las medidas de control, mitigación y compensación al componente de vegetación, en diferentes momentos de las etapas del Proyecto se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, así como un Programa de Reforestación, en el que se consideren especies nativas. Con las acciones implementadas se coadyuvará en los objetivos de recuperación de la vegetación original de la región.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Está acción específica no es de vinculación directa con el Proyecto, sin embargo, y toda vez que se implementará un Programa de Reforestación, en común acuerdo con las autoridades competentes se podrá contribuir con dirigir algunas de las acciones de dicho Programa a sitios de interés prioritario (próximas al Área del Proyecto) para así lograr el establecimiento de corredores biológicos o mejorar las condiciones de conservación en áreas naturales protegidas.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Como parte de las medidas de control, mitigación y compensación al componente de vegetación, se implementará un Programa de Reforestación que, para su ejecución, buscará zonas degradadas alrededor del Área del Proyecto.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	Toda vez que durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto se realizarán acciones de modificación de los terrenos involucrados, mediante su desmonte y despalme; se implementarán los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, mismos que considerarán como objetivos y acciones principales la recuperación y protección de aquellas especies silvestres que se encuentren incluidas dentro de alguna de las categorías de protección establecidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Consulta al Público

Clave	Acción Específica	Vinculación con el Proyecto
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto, que será el periodo en el cual se desarrollará y concentrará la mayor cantidad de actividades, personal, vehículos y maquinaria, se tiene previsto un nivel de riesgo mayor en cuanto a la posible contaminación de suelo. Ante ello, se implementarán diferentes Programas Ambientales (manejo de residuos) y Procedimientos (carga de combustibles, atención a derrames, etc.) en los cuales se establezcan acciones de control y medidas preventivas y correctivas con las cuales se aseguren una mejor protección del suelo, disminuyendo el riesgo de contaminación y la posible implementación de acciones inmediatas y de emergencia para remediación de sitios.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	El Proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a través de módulos fotovoltaicos. Por lo tanto, durante la producción de energía eléctrica no emitirá gases de efecto invernadero y tampoco emitirá partículas al aire. Para el caso de las fuentes móviles, se asegurará que durante las diferentes etapas todos los vehículos, maquinaria y equipos se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento, cumpliendo con sus mantenimientos preventivos de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Además, dentro del Proyecto se establecerán límites de velocidad para el tránsito de vehículos, con la finalidad de que éstos no generen emisiones de polvo.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación	Toda vez que durante las diferentes etapas del Proyecto se tiene prevista la generación de algunos tipos de residuos peligrosos; se implementará una Programa de Manejo de Residuos, el cual será sometido a valoración y aprobación por parte de la autoridad competente. En dicho Programa se establecerán las acciones a seguir para el adecuado manejo integral de los residuos peligrosos, desde su generación, identificación, clasificación, disposición temporal y su recolección y retiro del Proyecto para la disposición final. El retiro de los residuos peligrosos se hará a través de proveedores especializados y autorizados, por la SEMARNAT, para el manejo y transporte, mientras que, la disposición final se llevará a cabo en establecimientos autorizados para tal fin. Con ellos se asegura que los residuos peligrosos generados en el Proyecto no están ocasionando contaminación de suelos por un mal manejo.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El desarrollo del Proyecto contribuye con el cumplimiento de esta acción específica, toda vez que se trata de generación de energía eléctrica limpia, a través del aprovechamiento de recursos renovables. Por lo tanto, durante la producción de la energía eléctrica tampoco se generan emisiones de gases de efecto invernadero.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar	El Proyecto, al tratarse de una central fotovoltaica, cumple cabalmente con la implementación de la presente acción específica.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	La presente acción específica no es de vinculación directa con el Proyecto, toda vez que su objetivo es la generación de energía eléctrica. No obstante, de manera indirecta podrá contribuir en la mejora de algunas de las condiciones en localidades marginadas, a través de la generación de empleos temporales a la población de las comunidades circundantes al Área del Proyecto.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	Toda vez que durante las diferentes etapas del Proyecto se tiene prevista la generación de residuos peligrosos y de manejo especial; se implementará una Programa de Manejo de Residuos, el cual será sometido a valoración y aprobación por parte de la autoridad competente. En dicho Programa se establecerán las acciones a seguir para el adecuado manejo integral de los residuos, desde su generación, identificación, clasificación, disposición temporal y retiro del Proyecto para la disposición final. El retiro de los residuos se hará a través de proveedores especializados y autorizados, por la autoridad competente, para el manejo y transporte, mientras que, la disposición final se llevará a cabo en establecimientos autorizados para tal fin.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Toda vez que durante las diferentes etapas del Proyecto se tiene prevista la generación de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos); se implementará una Programa de Manejo de Residuos, el cual será sometido a valoración y aprobación por parte de la autoridad competente.

Consulta al Público

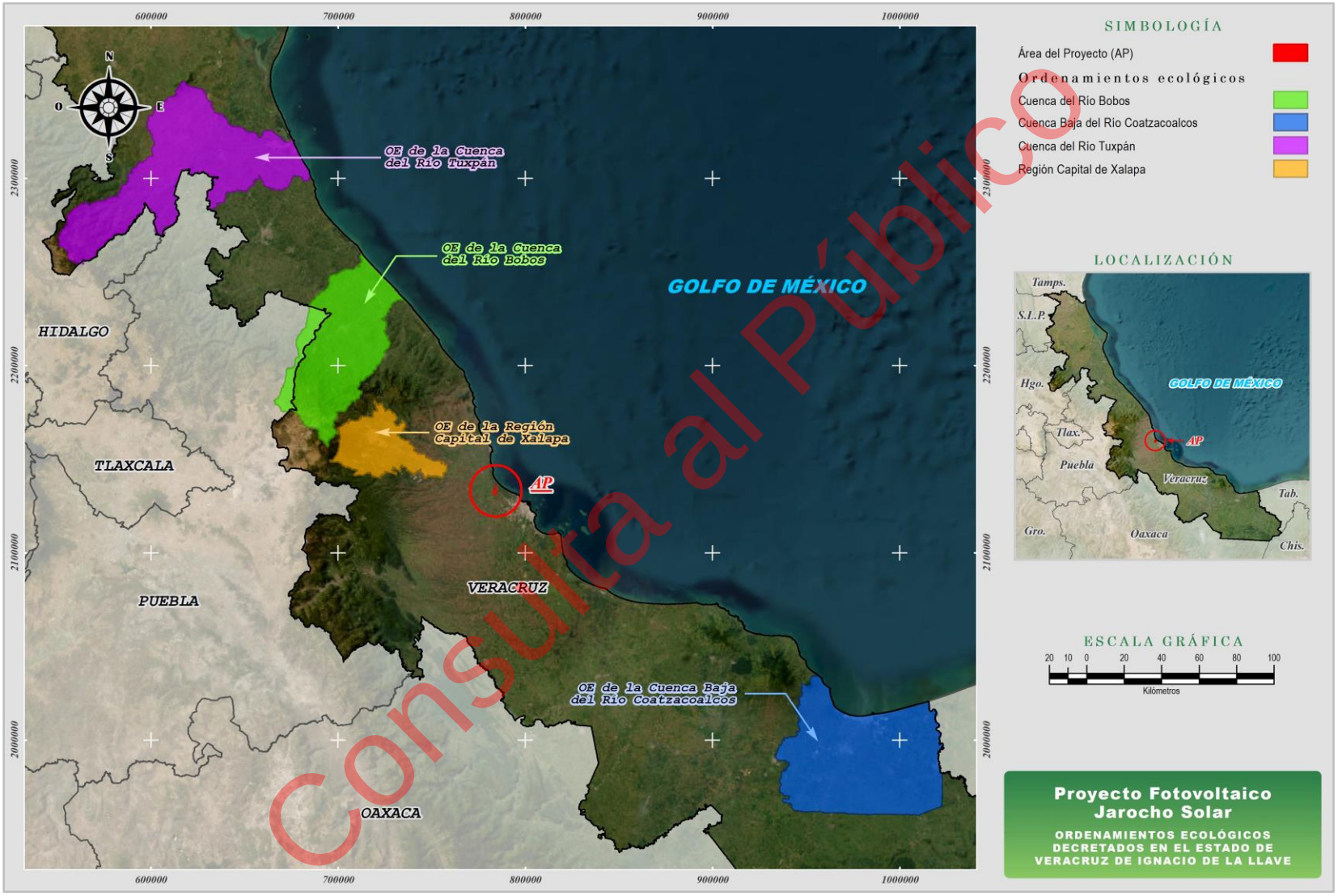
Clave	Acción Específica	Vinculación con el Proyecto
		En dicho Programa se establecerán las acciones a seguir para el adecuado manejo integral de los residuos, desde su generación, identificación, clasificación, disposición temporal, aprovechamiento y/o retiro del Proyecto para la disposición final. El retiro de los residuos se hará a través de proveedores especializados y autorizados, por la autoridad competente, para el manejo y transporte, mientras que, la disposición final se llevará a cabo en establecimientos autorizados para tal fin, asegurando con ello que no se están generando impactos negativos por contaminación en el mar y la zona costera.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	La zona de línea costera más próxima al Proyecto se encuentra a poco más de 3.5 km, no obstante, para asegurar que los residuos generados en las diferentes etapas del Proyecto no causarán impactos ambientales negativos en el mar; se implementará una Programa de Manejo de Residuos, el cual será sometido a valoración y aprobación por parte de la autoridad competente. En dicho Programa se establecerán las acciones a seguir para el adecuado manejo integral de los residuos, desde su generación, identificación, clasificación, disposición temporal, aprovechamiento y/o retiro del Proyecto para la disposición final. El retiro de los residuos se hará a través de proveedores especializados y autorizados, por la autoridad competente, para el manejo y transporte, mientras que, la disposición final se llevará a cabo en establecimientos autorizados para tal fin
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	La presente acción específica no es de vinculación directa con el Proyecto, toda vez que se localiza a poco más de 3.5 km de distancia de la línea costera. No obstante, el Proyecto contribuirá en el cumplimiento de esta acción específica mediante la implementación de un Programa de Manejo de Residuos, a través del cual se asegurará el adecuado manejo integral de los residuos, desde su generación y hasta su disposición final en sitios definidos y autorizados para tal fin.
A075	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos	El acceso al Proyecto será a través de la carretera federal 180 Veracruz – Poza Rica, y para ello en el punto de intersección se realizarán algunas mejoras y/o modificaciones, tales como carriles de aceleración y desaceleración. No obstante, estas obras y actividades únicamente se desarrollarán dentro del derecho de vía de dicha carretera, por lo que no se tiene previsto causar afectaciones en la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, toda vez que se trata de un sitio previamente perturbado.

II.2.3. Programas de Ordenamiento Ecológico en el territorio del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

El Ordenamiento Ecológico de un territorio tal y como lo describe la Ley Estatal de Protección Ambiental es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

De acuerdo con la SEDEMA (2026), actualmente, el estado de Veracruz cuenta con cuatro Ordenamientos Ecológicos decretados, que incluyen 67 municipios, mismos que buscan garantizar la ubicación y desarrollo urbano, salvaguardando la seguridad y permanencia de los ecosistemas naturales. No obstante, el Proyecto, que se localizará dentro de la delimitación geopolítica definida por el municipio de La Antigua; no se encuentra incluido dentro de alguno de los Ordenamientos Ecológicos decretados tal como se observa en la **Figura II-3** y se indica en la **Tabla II-21**.

Consulta Público



Consulta al Público

Figura II-3 Programas de Ordenamiento Ecológico decretados en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Tabla II-21. Ordenamientos Ecológicos decretados para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Número	Nombre del Programa	Municipios involucrados	Incidencia en el Área del Proyecto
1	Ordenamiento Ecológico de la Cuenca del Río Bobos	**Totalmente:** Atzalan, Altotonga, Jalacingo, Las Minas, Martínez de la Torre, Tatatila, Tlapacoyan, Villa Aldama y San Rafael. **Parcialmente:** Tecolutla, Papantla, Las Vigas, Misantla, Perote, Tlacolulan, Nautla y Tenochtitlán.	No
2	Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos	**Totalmente:** Agua Dulce, Chinameca, Coatzacoalcos, Cosoleacaque, Ixhuatlán del Sureste, Jáltipan, Moloacán Nanchital, Oteapan, Pajapan, Soconusco y Zaragoza. **Parcialmente:** Acayucan, Hidalgotitlán, Las Choapas, Mecayapan, Minatitlán, Oluta, Sayula de Alemán, Soteapan y Texistepec.	No
3	Ordenamiento Ecológico de la Cuenca del Río Tuxpan	**Totalmente:** Ixhuatlán de Madero, Tlachichilco y Zacualpan. **Parcialmente:** Ixcatepec, Chontla, Citlaltépetl, Tancoco, Zontecomatlán, Tihuatlán, Benito Juárez, Tuxpan, Huayacocotla, Chicontepec, Cerro Azul, Castillo de Teayo, Álamo Temapache, Tepetzintla y Texcatepec.	No
4	Ordenamiento Ecológico de la Región Capital de Xalapa	**Totalmente:** Acajete, Banderilla, Coatepec, Emiliano Zapata, Jilotepec, Naolinco, Rafael Lucio, Teocelo, Tlalnelhuayocan, Xalapa y Xico.	No

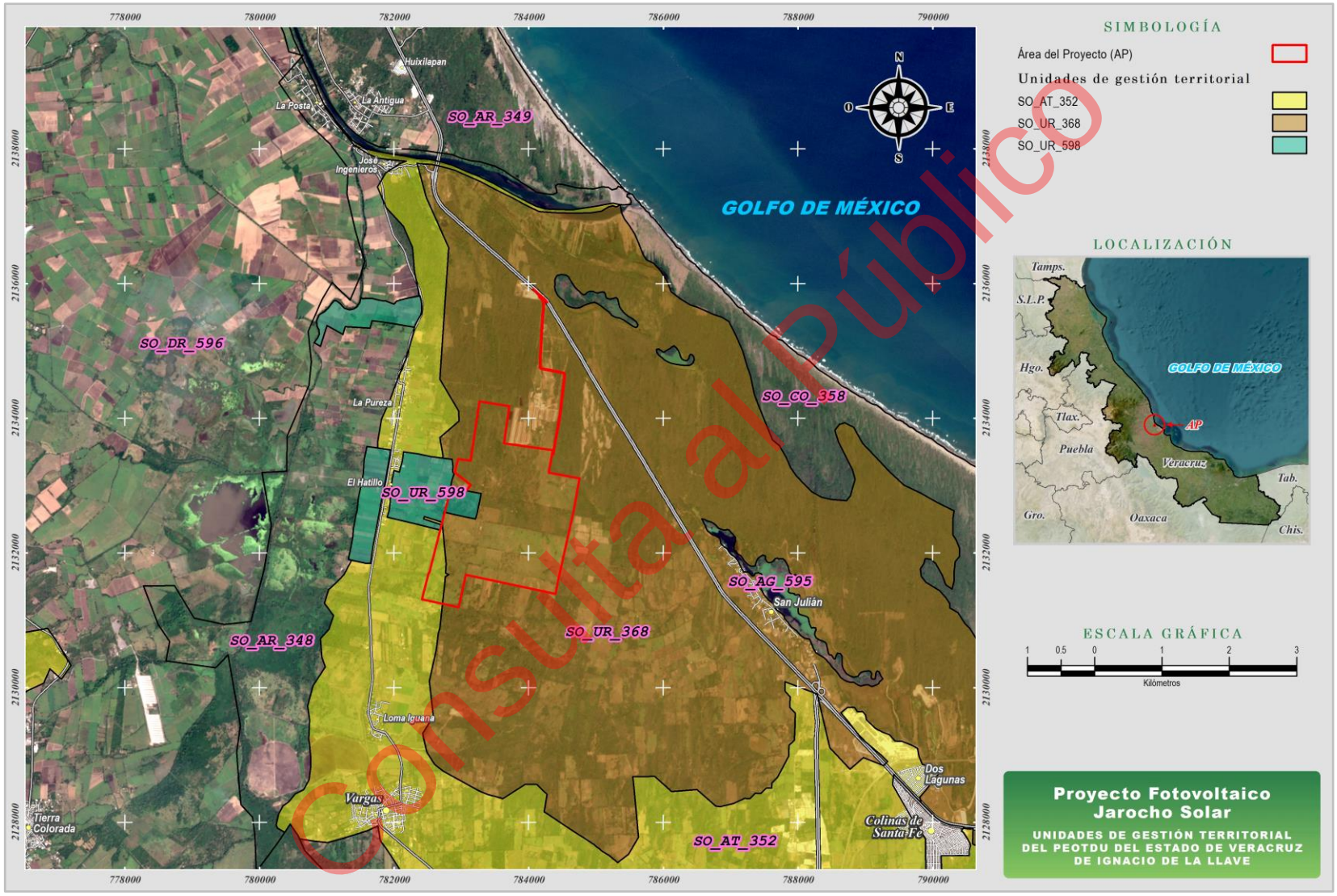
II.2.4. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave

Las Unidades de Gestión Territorial (UGT) tienen como principal objetivo definir territorialmente los proyectos económicos del Programa de Ordenamiento Territorial y el planteamiento de las actividades económicas propuestas para la optimización del uso del suelo en el estado. Estas UGT se delimitaron integrando las regiones del estado de Veracruz como unidades de análisis contenedoras de las Categorías de Manejo Territorial y los usos normados actualmente. En total se definieron 616 UGT para el estado, agrupadas en 17 Categorías de Manejo Territorial y sujetas a 6 Políticas de Ordenamiento Territorial.

Cada Categoría de Manejo Territorial se tradujo en una Política de Ordenamiento Territorial, las cuales tiene por objetivo delinear las principales acciones y metas para garantizar el cumplimiento de los objetivos en cada una de las unidades, con base en las cuales se establecerá el objetivo general de la ocupación del suelo y el desarrollo del territorio.

De acuerdo con la revisión y análisis comparativo de la ubicación del Área del Proyecto, con respecto a las UGT definidas para el estado de Veracruz, se pudo determinar que el Proyecto se desarrollará dentro de las UGT: SO_AT_352; SO_UR_368 y SO_UR_598 (**Figura II-4**), mismas que comprenden las Políticas de Ordenamiento Territorial correspondientes a: Aprovechamiento Sustentable, Crecimiento Controlado y Mejoramiento, respectivamente.

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura II-4 Ubicación del Área del Proyecto con respecto a las unidades de gestión territorial del PEOTDU del estado de Veracruz

En la **Tabla II-24** se presentan las características generales de las UGT SO_AT_352, SO_UR_368 y SO_UR_598, y en la **Tabla II-23** se presenta la vinculación del Proyecto con las políticas y los lineamientos estratégicos asociados a las UGT en cuestión.

Tabla II-22. Características de las UGT definidas por el PEOTDU en las que se establecerá el Proyecto

UGT	Área (ha)	Política	Lineamientos estratégicos
SO_AT_352	235,917	Aprovechamiento Sustentable	1, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126.
SO_UR_368	6,270.64	Crecimiento Controlado	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 282, 9, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125.
SO_UR_598	20,137.70	Aprovechamiento Sustentable	1, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126.

Tabla II-23. Vinculación de los lineamientos estratégicos de las UGT aplicables al Proyecto

Lineamientos estratégicos	Vinculación con el Proyecto
Unidad de Gestión Territorial: *SO_AT_352 y SO_UR_598*	
Política: *Aprovechamiento Sustentable*	
3. Conservar los ecosistemas prioritarios aprovechando las zonas agrícolas	De acuerdo con las categorías de manejo territorial, en la UGT 352 y 598, corresponden a: Agrícola de Temporal y Unidad de Riego, respectivamente. Por lo tanto, el Área del Proyecto involucrada en estas UGT contribuye al cumplimiento de su Política, toda vez que no se hará aprovechamiento de ecosistemas prioritarios.
7. Aprovechar de manera sustentable la cobertura forestal (implementación de acciones para mitigar como reforestación)	Con el desarrollo del Proyecto será necesario ejecutar actividades de cambio de uso de suelo para la preparación del sitio, sin embargo, previo a su ejecución se implementarán las medidas de mitigación correspondiente al rescate de flora silvestre presente en el área sujeta a intervención. Aunado a ello, como parte de las medidas de compensación, se implementará un Programa de Reforestación, con el cual se podrá mejorar y/o rehabilitar la cobertura forestal circundante al Área del Proyecto o sitios prioritarios sujetos a conservación.
10. Restringir la introducción de especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna en las UGT´s, quedan restringidas las ya utilizadas y la aprobación de la autoridad ambiental para especies nuevas.	El manejo de la biota silvestre que se haga en relación con el desarrollo del Proyecto consistirá en especies de flora y fauna sujetas a rescate y reubicación, por lo que dichas actividades no implican la introducción de especies. Por otra parte, para la implementación de las medidas de compensación, como lo será el caso del Programa de Reforestación, sí será necesaria la introducción de especies de flora silvestre. No obstante, previo a su introducción, se verificará y asegurará que las especies consideradas únicamente correspondan a especies nativas, con distribución natural confirmada en el área de Proyecto y la RE.
11. Asegurar que el manejo y aprovechamiento de la biodiversidad enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, quedará sujeto a lo que establece la Ley General de Vida Silvestre.	Como parte de las medidas de prevención y mitigación, durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, con el cual se prevé la necesidad de hacer un manejo, más no aprovechamiento, de especies silvestres que puedan estar enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Consulta al público

Lineamientos estratégicos	Vinculación con el Proyecto
	Ante dicho requerimiento, y a fin de asegurar el cumplimiento de los lineamientos definidos en la Ley General de Vida Silvestre, se contratará a un grupo de especialistas (biólogos, médicos veterinarios e Ing. Forestales) que se encargará del manejo, con fines de rescate y reubicación, de flora y fauna silvestre.
12. Incrementar en al menos en un 10% la cobertura forestal en UGT´s con actividad agropecuaria, no incluyendo los cercos vivos, para asegurar la conservación de especies y mantener los corredores de fauna	Como parte de las medidas de compensación que implementará el Proyecto se tendrá un Programa de Reforestación, con el cuál se podrá contribuir en el incremento de la cobertura vegetal presente en las UGT´s donde se desarrollará el Proyecto, que consecuentemente aportará a la cuota del 10 % del incremento de la cobertura forestal objetivo.
13. Implementar criterios de sustentabilidad para toda actividad productiva que se pretenda desarrollar en zonas aledañas o limítrofes a las áreas naturales protegidas, cuerpos de agua y humedales para prevenir impactos significativos durante su realización, operación y abandono.	El Proyecto se desarrollará aproximadamente a 2 km de la ANP del Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipio de Veracruz y La Antigua; por lo tanto, durante todas sus etapas (desde la preparación del sitio hasta el abandono) se observará y promoverá la implementación de los diferentes criterios de sustentabilidad, tanto en materia ambiental, social y de gobernanza.
15. Cumplir la normatividad para el cambio del uso de suelo forestal a otro tipo de uso de acuerdo con la autoridad ambiental correspondiente y lo establecido en el ordenamiento ecológico.	El Proyecto es de competencia federal y para su autorización en materia ambiental, conforme a la normatividad aplicable, somete a revisión y evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional. Además, a partir de la caracterización ambiental realizada, se identificó el requerimiento de un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que, para obtener la autorización correspondiente, someterá a revisión y evaluación un Estudio Técnico Justificativo, de conformidad con los criterios establecidos en el Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Asimismo, se verificará que se dé cumplimiento con las demás disposiciones en materia que sean de alcance y aplicación por parte de las regulaciones estatales y municipales en materia.
23. Restringir los proyectos que se establezcan cerca de cuerpos de agua, por ningún motivo deberán de modificar las márgenes de estos ni verterse residuos de ninguna naturaleza.	Uno de los componentes del Proyecto será el camino de acceso que se habilitará para la conectividad entre la vía de comunicación existente (carretera federal 180, Veracruz – Poza Rica) y el área de producción del Proyecto. El proceso de adecuación, entre dicho camino de acceso y la carretera federal 180, consistirá en un entronque carretero, mismo que se realizará a una distancia de poco más de 200 m del límite del Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua (ANP-Estatal), que consiste en cuerpos de agua. Ante dicho escenario y en apego con el presente lineamiento estratégico, por las obras y actividades a desarrollar no se prevé la intervención ni modificación de los márgenes de estos cuerpos de agua. Para ello, como medida preventiva se realizará la delimitación topográfica tanto del área del trabajo como los límites del polígono autorizado en materia de impacto ambiental. Además, se implementará un Programa de Manejo de Residuos, con el cual se asegurará que cada tipo de residuo generado por las obras y actividades reciba el adecuado manejo integral conforme la normatividad aplicable, con lo cual se garantizará que no se viertan residuos en los cuerpos de agua próximos al área de trabajo.
25. Requerir e implementar estudios y justificaciones técnicas para las obras que requieran realizar rellenos y/o nivelaciones de terreno, que no afecten a los asentamientos humanos y los escurrimientos superficiales ante la autoridad correspondiente.	Como parte de las obras constructivas y específicas del Proyecto, se tiene previsto el corte y excavación de terreno, así como su relleno, nivelación y compactación correspondiente. No obstante, toda obra y actividad de este tipo únicamente se realizará en sitios específicos en los cuales los procedimientos constructivos requieran el mejoramiento de condiciones del terreno, como por ejemplo, la plataforma para construcción de la subestación elevadora y el cuarto de control. Estas obras únicamente se desarrollarán dentro del área autorizada para el Proyecto, misma que está sujeta a evaluación ambiental y social, y desde la prospección del sitio se pudo determinar que con el desarrollo del Proyecto no se afectarán asentamientos humanos y tampoco se obstruirán ni modificarán escurrimientos superficiales definidos. Para garantizar la conservación de los escurrimientos superficiales, en obras con infraestructura permanente se habilitarán las condiciones necesarias para asegurar un adecuado drenaje pluvial.
28. Incorporar el empleo de tecnologías de energía renovable como energía solar, eólica, etc. en los nuevos asentamientos humanos.	El Proyecto contribuye al cumplimiento de esta línea estratégica, toda vez que se generará energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la energía solar, misma que se suministrará a la Red Nacional de Transmisión, a cargo de la CFE, para posteriormente ser distribuida y suministrada a los usuarios finales.
32. Garantizar la recolección, acopio, valorización, tratamiento y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial y peligroso generados	Para el desarrollo del Proyecto se implementará un Programa de Manejo de Residuos, en el que se establecerán los materiales y métodos por medio de los cuales se realice un correcto manejo integral

Consulta al Público

Lineamientos estratégicos	Vinculación con el Proyecto
por todo proyecto industrial, de acuerdo con la legislación ambiental correspondiente.	de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se generen por las obras y actividades ejecutadas. El manejo integral de los residuos, en Proyecto, contemplará la identificación, segregación desde la fuente de origen, clasificación a partir de sus atributos de valorización y, el acopio temporal seguro; mientras que, para asegurar el adecuado manejo integral durante el proceso de recolección, transporte fueran de Proyecto, así como su puesta a disposición final, se contratará los servicios de empresas especializadas en el manejo de cada tipo de residuo, mismas que contar con las autorizaciones ambientales que les aplique y, además, deberá asegurar y soportar, por medio de manifiestos de entrega-recepción-disposición, que los residuos de Proyecto fueron dispuestos en sitios debidamente autorizados para tal fin, según el tipo de residuo del que se trate.
36. Implementar tecnologías para controlar las emisiones de productos contaminantes del suelo y aire de las actividades industriales conforme a la normatividad ambiental vigente, así como fomentar el reciclaje de los productos de desecho.	El Proyecto consistirá en la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la energía solar, por medio de módulos fotovoltaicos. Por lo tanto, durante su etapa operativa y productiva no generará emisiones directas de productos contaminantes del suelo. No obstante, durante la ejecución de obras y actividades, en las diferentes etapas, sí se estarán generando residuos que podrían generar contaminación del suelo. Ante ello, a través de un Programa de Manejo de Residuos, se instrumentarán una serie de medidas de control, prevención y mitigación que aseguren el adecuado manejo integral de estos residuos.
44. Solicitar la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia para la construcción de infraestructura dentro o cerca de zonas arqueológicas.	De acuerdo con el análisis realizado de la ubicación del Proyecto con respecto al patrimonio cultural de México, a cargo del INAH; se determinó que este no se realizará dentro de o cerca de zonas arqueológicas. En alcance a dicho análisis, cómo acción preventiva, el Promovente ha sometido ante el Instituto Nacional de Arqueología e Historia (INAH), en el estado de Veracruz, la consulta sobre la inserción de una zona de monumentos arqueológicos o donde se presuma su existencia o colindancia con un monumento arqueológico dentro del polígono donde se pretende realizar el Proyecto (**Anexo II.2 Consulta de monumentos arqueológicos al INAH**). Siendo así, se está a espera del pronunciamiento por parte del INAH, para en su caso proceder conforme corresponda.
46. Requerir e implementar Manifiestos de Impacto Ambiental (MIA) en todo proyecto de infraestructura respetando las superficies establecidas en las mismas.	La ejecución del Proyecto se llevará a cabo previa revisión, evaluación y autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional. Por lo tanto, una vez aprobada, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, mediante la delimitación topográfica del Área del Proyecto, se supervisará y asegurará que todas las obras y actividades se desarrollen dentro de las superficies establecidas y autorizadas en materia de impacto ambiental.
48. Establecer el uso de energías alternativas renovables para viviendas y sistemas productivos.	El objetivo del Proyecto es la generación de energía eléctrica a partir de aprovechamiento de energías renovables (energía solar), misma que se suministrará a la Red Nacional de Transmisión, a cargo de la CFE quién, a su vez, se encargará del suministro a los usuarios finales (viviendas). Por lo tanto, el Proyecto se alinea con el cumplimiento de la presente línea estratégica.
50. Justificar técnicamente los proyectos o actividades que requieran de cambiar la cobertura forestal y en su caso, será la autoridad ambiental correspondiente, quién determine la aprobación del cambio de cobertura forestal y la superficie para tal propósito.	Para el desarrollo del Proyecto se identificó necesario ejecutar actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, para ello, previo a la intervención de los terrenos se obtendrá la autorización ambiental en materia de cambio de uso de suelo, la cual derivará de análisis y evaluación de Estudio Técnico Justificativo que se someta a revisión.
83. Impulsar el uso eficiente y sustentable del recurso hídrico en todas las actividades productivas actualizando periódicamente la disponibilidad total de agua.	El objetivo del Proyecto es la generación de energía eléctrica a partir de aprovechamiento de energías renovables (energía solar), por ello, no se tiene previsto el uso y consumo de agua para los procesos productivos. No obstante, durante la ejecución de obras y actividades de construcción, así como en actividades de mantenimiento, sí se requerirá hacer uso del agua. Siendo así, para asegurar un uso eficiente y sustentable del agua, durante las diferentes etapas se impartirán pláticas de concientización ambiental con todo el personal participante, a fin de reforzar la implementación de buenas prácticas en cuanto el uso responsable del recurso, como por ejemplo; promover el no desperdicio del agua durante procesos constructivos, no arrojar sustancias químicas peligrosas al suelo o a los contenedores destinados para el almacenamiento de agua, entre otras. Además, para contribuir con el uso sustentable del recurso, se buscará que el suministro de agua en Proyecto esté a cargo de proveedores debidamente regularizados ante las autoridades competentes, quienes deberán presentar las concesiones correspondientes para el aprovechamiento de sus fuentes de suministro.
86. Implementar técnicas y tecnologías en todos los sectores productivos que fomenten el uso eficiente de	La producción de energía eléctrica del Proyecto contempla la implementación de técnicas y tecnologías limpias, toda vez que se hará el aprovechamiento de la energía solar a través de módulos fotovoltaicos. Con ello, se contribuye al manejo eficiente de los recursos (renovables y no renovables), así como en

Consulta Pública

Lineamientos estratégicos	Vinculación con el Proyecto
los recursos y administren los riesgos asociados al cambio climático.	las acciones involucradas a combatir los efectos del cambio climático, toda vez que durante la operación y producción no se emitirán compuestos ni gases de efecto invernadero.
89. Garantizar la restauración, conectividad, aprovechamiento sustentable y conservación de los ecosistemas como bosques, selvas, sistemas costeros, mares, ecosistemas riparios, humedales y de las comunidades bióticas que albergan y sus servicios ambientales.	Como parte de las medidas de mitigación y compensación asociadas al desarrollo del Proyecto, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, así como un Programa de Reforestación. Con dichas acciones, además de prevenir el efecto negativo a las características de los ecosistemas, se podrán contribuir con acciones de rehabilitación y/o de restauración de los ecosistemas asociados al Proyecto y sus alrededores, que consecuentemente favorecerá los servicios ambientales que provee.
96. Aumentar la superficie bajo reforestación y restauración de ecosistemas con especies nativas, aptas para las condiciones climáticas regionales.	Como parte de las medidas compensación asociadas al desarrollo del Proyecto, se implementará un Programa de Reforestación, con el cuál se podrá aumentar la superficie con cobertura vegetal y, a su vez, contribuir con la rehabilitación y/o restauración de los ecosistemas asociados al Proyecto y sus alrededores. Previo a la ejecución del Programa de Reforestación se asegurará que la selección de especies a reforestar sean especies nativas y con distribución natural en el Área del Proyecto y su RE.
98. Garantizar la protección ambiental de los ecosistemas ante proyectos de obra pública y servicios industriales y productivos (mineros, textiles, cementeros, energéticos, agropecuarios, turísticos, entre otros) mediante la incorporación de criterios de cambio climático en instrumentos de planeación., como el impacto ambiental y el ordenamiento ecológico.	La producción de energía eléctrica del Proyecto contempla la implementación de técnicas y tecnologías limpias, toda vez que se hará el aprovechamiento de la energía solar a través de módulos fotovoltaicos. Con ello, se contribuye en las acciones involucradas a combatir los efectos del cambio climático, toda vez que durante la operación y producción no se emitirán compuestos ni gases de efecto invernadero. Aunado a ello, tras el análisis de Evaluación del Impacto Ambiental, se definieron una serie de medidas de control, prevención, mitigación y compensación que serán implementadas durante todas las etapas del Proyecto, a través de Programas Ambientales, y con las cuales se podrá asegurar la protección ambiental en el Área del Proyecto y sus alrededores.
104. Promover la inversión en sistemas fotovoltaicos en zonas con alto potencial.	Con el desarrollo del Proyecto se promueve la inversión hacia la elección de sistemas fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica, misma que forma parte de las energías renovables y que contribuye con las acciones de combate ante los efectos del cambio climático.
111. Fortalecer el manejo forestal sustentable y el enriquecimiento de ecosistemas forestales degradados para asegurar el incremento de los almacenes de carbono y garantizar su permanencia.	Aunque por el desarrollo del Proyecto se necesitará la ejecución de actividades de cambio de uso de suelo, como parte de las medidas de mitigación y compensación se implementará tanto un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre como uno de Reforestación. En ese sentido, y en coordinación con las autoridades correspondientes, se podrán buscar sitios estratégicos cercanos al Proyecto y que estén identificados como sitios prioritarios para conservación o restauración, a los cuales se pueda dirigir e implementar algunas de las acciones previstas en los Programas, contribuyendo así al enriquecimiento de los ecosistemas forestales degradados en la región.
115. Establecer esquemas de restauración, regeneración o reforestación para la captura y almacenamiento de carbono en Áreas Naturales Protegidas y otros instrumentos de conservación del territorio y ecosistemas terrestres.	Como parte del desarrollo del Proyecto, específicamente en cuanto a las medidas de compensación, se implementará un Programa de Reforestación. En ese sentido, y en coordinación con las autoridades correspondientes, se podrán buscar sitios estratégicos en las ANP´s cercanas al Proyecto y que cuenten con espacios prioritarios para restauración o enriquecimiento y a los cuales se puedan dirigir e implementar algunas de las acciones previstas en el Programa, contribuyendo así al enriquecimiento de los ecosistemas forestales degradados en la región.
Unidad de Gestión Territorial: *SO_UR_368*	
Política: *Crecimiento Controlado*	
2. Desarrollar actividades industriales de manera sustentable	El Proyecto, al involucrar la implementación de nuevas tecnologías (módulos fotovoltaicos) para el aprovechamiento de recursos renovables (energía solar) y la generación de energía eléctrica, sin que esta demande el uso y consumo de combustibles fósiles y que, a su vez, no genere compuestos y gases de efecto invernadero; contribuye con el desarrollo del tipo de industria sustentable. En alcance a la implementación de las nuevas tecnologías, la instrumentación de medidas para control, prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos ambientales que se pudieran ocasionar, también contribuirán a que las etapas del Proyecto se desarrollen con un manejo sustentable de los recursos involucrados.
4. Implementar criterios de sustentabilidad a toda actividad productiva que se pretenda desarrollar en zonas aledañas o limítrofes a las áreas naturales protegidas, cuerpos de agua y humedales para	El Proyecto se desarrollará aproximadamente a 2 km a la ANP del Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipio de Veracruz y La Antigua; por lo tanto, durante todas sus etapas (desde la preparación del sitio hasta el abandono) se observará y promoverá la

Consulta al Público

Lineamientos estratégicos	Vinculación con el Proyecto
prevenir impactos significativos durante su realización, operación y abandono.	implementación de los diferentes criterios de sustentabilidad, tanto en materia ambiental, social y de gobernanza.
7. Restringir los proyectos que se establezcan cerca de cuerpos de agua, por ningún motivo deberán de modificar las márgenes de éstos, ni verterse residuos de ninguna naturaleza.	Uno de los componentes del Proyecto será el camino de acceso que se habilitará para la conectividad entre la vía de comunicación existente (carretera federal 180, Veracruz - Poza Rica) y el área de producción del Proyecto. El proceso de adecuación, entre dicho camino de acceso y la carretera federal 180, consistirá en un entronque carretero, mismo que se realizará a una distancia de poco más de 200 m del límite del Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua (ANP-Estatal), que consiste en cuerpos de agua. Ante dicho escenario y en apego con el presente lineamiento estratégico, por las obras y actividades a desarrollar no se prevé la intervención ni modificación de los márgenes de estos cuerpos de agua. Para ello, como medidas preventivas se realizará la delimitación topográfica tanto del área del trabajo como los límites del polígono autorizado en materia de impacto ambiental. Además, se implementará un Programa de Manejo de Residuos, con el cual se asegurará que cada tipo de residuos generado por las obras y actividades reciba el adecuado manejo integral conformes la normatividad aplicable, con lo cual se garantizará que no se verterán residuos en los cuerpos de agua próximos al área de trabajo.
9. Requerir e implementar estudios y justificantes técnicos para las obras que requieran realizar rellenos y/o nivelaciones de terreno, que no afecten a los asentamientos humanos y los escurrimientos superficiales ante la autoridad correspondiente.	Como parte de las obras constructivas y específicas del Proyecto, se tiene previsto el corte y excavación de terreno, así como su relleno, nivelación y compactación correspondiente. No obstante, toda obra y actividad de este tipo únicamente se realizará en sitios específicos en los cuales los procedimientos constructivos requieran el mejoramiento de condiciones del terreno, como por ejemplo, la plataforma para construcción de la subestación elevadora y el cuarto de control. Estas obras únicamente se desarrollarán dentro del área autorizada para el Proyecto, misma que está sujeta a evaluación ambiental y social, y desde la prospección del sitio se pudo determinar que con el desarrollo del Proyecto no se afectarán asentamientos humanos y tampoco se obstruirán ni modificarán escurrimientos superficiales definidos. Para garantizar la conservación de los escurrimientos superficiales, en obras con infraestructura permanente se habilitarán las condiciones necesarias para asegurar un adecuado drenaje pluvial.
16. Garantizar la recolección, acopio, valorización, tratamiento y disposición final adecuada de los residuos de manejo especial y peligroso generados por todo proyecto industrial, de acuerdo con la legislación ambiental correspondiente.	Para el desarrollo del Proyecto se implementará un Programa de Manejo de Residuos, en el que se establecerán los materiales y métodos por medio de los cuales se realice un correcto manejo integral de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se generen por las obras y actividades ejecutadas. El manejo integral de los residuos, en Proyecto, contemplará la identificación, segregación desde la fuente de origen, clasificación a partir de sus atributos de valorización y, el acopio temporal seguro; mientras que, para asegurar el adecuado manejo integral durante el proceso de recolección, transporte fueran de Proyecto, así como su puesta a disposición final, se contratará los servicios de empresas especializadas en el manejo de cada tipo de residuo, mismas que contar con las autorizaciones ambientales que les aplique y, además, deberá asegurar y soportar, por medio de manifiestos de entrega-recepción-disposición, que los residuos de Proyecto fueron dispuestos en sitios debidamente autorizados para tal fin, según el tipo de residuo del que se trate.
21. Solicitar la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia para la construcción de infraestructura dentro o cerca de zonas arqueológicas.	De acuerdo con el análisis realizado de la ubicación del Proyecto con respecto al patrimonio cultural de México, a cargo del INAH; se determinó que este no se realizará dentro de o cerca de zonas arqueológicas. En alcance a dicho análisis, cómo acción preventiva, el Promovente ha sometido ante el Instituto Nacional de Arqueología e Historia (INAH), en el estado de Veracruz, la consulta sobre la inserción de una zona de monumentos arqueológicos o donde se presuma su existencia o colindancia con un monumento arqueológico dentro del polígono donde se pretende realizar el Proyecto (**Anexo II.2 Consulta de monumentos arqueológicos al INAH**). Siendo así, se está a espera del pronunciamiento por parte del INAH, para en su caso proceder conforme corresponda.
23. Requerir e implementar Manifiestos de Impacto Ambiental (MIA) en todo proyecto de infraestructura respetando las superficies establecidas en las mismas.	La ejecución del Proyecto se llevará a cabo previa revisión, evaluación y autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional. Por lo tanto, una vez aprobada, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, mediante la delimitación topográfica del Área del Proyecto, se supervisará y asegurará que todas las obras y actividades se desarrollen dentro de las superficies establecidas y autorizadas en materia de impacto ambiental.
24. Establecer el uso de energías alternativas renovables para viviendas y sistemas productivos.	El objetivo del Proyecto es la generación de energía eléctrica a partir de aprovechamiento de energías renovables (energía solar), misma que se suministrará a la Red Nacional de Transmisión, a cargo de la CFE quién, a su vez, se encargará del suministro a los usuarios finales (viviendas). Por lo tanto, el Proyecto se alinea con el cumplimiento de la presente línea estratégica.

Consulta al Público

Lineamientos estratégicos	Vinculación con el Proyecto
41. Orientar acciones hacia el aumento en cobertura de energía eléctrica en las viviendas	El desarrollo del Proyecto, al tratarse de generación de energía eléctrica, contribuirá como parte de las acciones para lograr el aumento en la cobertura de este tipo de energía, toda vez que la producción energética se suministrará a la Red Nacional de Transmisión, a cargo de la CFE, quién a su vez se encargará del suministro a los usuarios finales (viviendas). Por lo tanto, el Proyecto se alinea con el cumplimiento de la presente línea estratégica.
72. Impulsar el uso eficiente y sustentable del recurso hídrico en todas las actividades productivas actualizando periódicamente la disponibilidad total de agua.	El objetivo del Proyecto es la generación de energía eléctrica a partir de aprovechamiento de energías renovables (energía solar), por ello, no se tiene previsto el uso y consumo de agua para los procesos productivos. No obstante, durante la ejecución de obras y actividades de construcción, así como en actividades de mantenimiento, sí se requerirá hacer uso del agua. Siendo así, para asegurar un uso eficiente y sustentable del agua, durante las diferentes etapas se impartirán pláticas de concientización ambiental con todo el personal participante, a fin de reforzar la implementación de buenas prácticas en cuanto al uso responsable del recurso, como por ejemplo; promover el no desperdicio del agua durante procesos constructivos, no arrojar sustancias químicas peligrosas al suelo o a los contenedores destinados para el almacenamiento de agua, entre otras. Además, para contribuir con el uso sustentable del recurso, se buscará que el suministro de agua en Proyecto esté a cargo de proveedores debidamente regularizados ante las autoridades competentes, quienes deberán presentar las concesiones correspondientes para el aprovechamiento de sus fuentes de suministro.
76. Fomentar la generación de energía mediante el uso de fuentes limpias y tecnologías más eficientes en sustitución de combustibles fósiles, minimizando su impacto ambiental y social.	El Proyecto se alinea con el cumplimiento de esta línea estratégica, toda vez que consiste en la generación de energía eléctrica limpia, a través del aprovechamiento de energías renovables (energía solar), y descartando el uso de combustibles fósiles y la emisión de compuestos y gases de efecto invernadero, lo que disminuye los impactos hacia el medio ambiente.
78. Fomentar la participación del sector privado en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y la generación eficiente.	El Proyecto se alinea con el cumplimiento de esta línea estratégica, toda vez que consiste en la generación de energía eléctrica limpia, a través del aprovechamiento de energías renovables (energía solar).
81. Promover la inversión en sistemas fotovoltaicos en zonas con alto potencial.	Con el desarrollo del Proyecto se promueve la inversión hacia la elección de sistemas fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica, misma que forma parte de las energías renovables y que contribuye con las acciones de combate ante los efectos del cambio climático.
92. Reducir las emisiones mediante la modernización de la flota vehicular, y del retiro y la disposición final de las unidades poco eficientes.	Para el desarrollo del Proyecto, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción, será necesario contar con una flotilla de vehículos utilitarios. Para ello, y en la medida de lo posible, se considerará la incorporación de unidades de modelos recientes, que cuenten con tecnologías para el control de emisiones contaminantes a la atmósfera. Como medida complementaria, se asegurará que todo vehículo usado en Proyecto se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento. Para ello, se implementará una lista de revisión y verificación periódica que servirá de herramienta para monitorear e identificar que la unidad cuente con sus servicios de mantenimientos preventivos vigentes, y que, además, cuente con la verificación vehicular correspondiente.
104. Impulsar la participación del sector privado en proyectos de separación, reutilización, reciclaje de desechos, desarrollo de plantas de biogás, plantas de tratamiento de aguas y en la creación de centros de acopio, previo desarrollo y refuerzo de mecanismos, regulaciones y mercados. Lo anterior como fomento a la inversión en el sector y como medidas de corresponsabilidad en la generación de los residuos.	Durante las diferentes etapas del Proyecto se prevé la generación de residuos, por lo tanto, se implementarán medidas de control, prevención y mitigación respecto a su manejo. Para ello, se contará con el Programa de Manejo de Residuos, en el que se incluirán las directrices y lineamientos a seguir para lograr un adecuado manejo integral para cada tipo de residuo (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos). El proceso de manejo integral de residuos incluirá la identificación, segregación desde la fuente de origen, clasificación a partir de sus atributos de valorización y, el acopio temporal seguro; mientras que, para asegurar el adecuado manejo integral durante el proceso de recolección y transporte fueran de Proyecto, así como su puesta a disposición final, se contratará los servicios de empresas especializadas en el manejo de cada tipo de residuo, mismas que deberán contar con las autorizaciones ambientales que les aplique y, además, deberán asegurar y soportar, por medio de manifiestos de entrega-recepción-disposición, que los residuos de Proyecto fueron dispuestos en sitios debidamente autorizados para tal fin, según el tipo de residuo del que se trate. Con las acciones previamente descritas, el Proyecto contribuirá en la corresponsabilidad sobre la generación y manejo integral de los diferentes tipos de residuos resultantes.

Consulta al Público

II.3. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES (PDU)

II.3.1. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de La Antigua, Veracruz

El Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de La Antigua fue publicado en la Gaceta Oficial, órgano del gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, el 3 de mayo de 2017. En este instrumento se indican las acciones específicas para la conservación, mejoramiento y crecimiento físico y económico a inmediato, corto, mediano y largo plazo, así como también las acciones relativas a regular y ordenar los usos y reservas del suelo por medio de su zonificación. Tiene por objeto propiciar un desarrollo ordenado del territorio, delimitando los usos, destinos y reservas del suelo de manera que se estimule una elevación sustancial del nivel de vida de los pobladores de este municipio.

Para lograrlo se consideran objetivos administrativos, técnicos, culturales, democráticos y ambientales que en conjunto aportan hacia el cumplimiento del objetivo general. Entre los objetivos ambientales se considera: identificar y determinar los polígonos que confinen las zonas que, por sus valores ambientales o productivos, deban ser restringidas de la ocupación urbana, asegurando tal carácter a través de su consideración como reservas ecológicas, ya sea en una vertiente de aprovechamiento racional y sustentables o de preservación; así como identificar los posibles impactos ambientales derivados del proceso de urbanización en reservas territoriales, proponiendo a nivel general, las medidas que amortigüen tales efectos nocivos, y; proponer medidas que tiendan al combate a la contaminación de aire, agua, y suelo, así como para la conservación de los ecosistemas presentes en la región.

Este Plan de Desarrollo Urbano involucra solo una localidad urbana y un conjunto de 33 comunidades rurales las cuales en su mayoría tienen como actividad alternativa económica la cosecha (caña de azúcar, mango y maíz), por lo que es necesario seguir preservando el uso agrícola del territorio.

El municipio de La Antigua cuenta con una superficie de 131 km^2, de los cuales el 33.92 % es utilizado para agricultura, 33.69 % es destinado a pastizales, 2.28 % está considerado como áreas ocupadas por cuerpos de agua, 3.5 % está conformado por zonas urbanas, el 14.28 % está destinado como vegetación secundaria y el 11.63 % está considerado como otros tipos de vegetación. Desde la perspectiva del aprovechamiento productivo del suelo, la totalidad del entorno está aprovechado para el desempeño de actividades productivas, agrícolas y pecuarias.

Consulta al Público

Respecto a la zonificación primaria, ésta se determinó conforme al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cardel, conformada por el Centro Urbano (C.U.), 6 barrios, dos zonas especiales y 12 barrios más para el resto del municipio. La superficie aproximada es de 290.455 ha, siendo los usos de suelo más frecuentes, en la zona urbana, los de habitación (57.213 %) y vialidad (4.187 %). Mientras que, el área utilizada para equipamiento ocupa el 8.340 %, siguiendo en importancia la superficie de uso especial con un 0.321 % de participación. Asimismo, la superficie para industria ligera representa el 3.201 % y en cuanto a la superficie de lotes baldíos corresponde el 18.620 %. Respecto al porcentaje utilizado para otros usos, el mixto alto ocupa el 5.259 % y mixto bajo corresponde al 2.854 % de la superficie del total de territorio del municipio.

Por otra parte, la zonificación secundaria, y tomando como base la zonificación primaria determinada por los usos del suelo, considera una estructura de 18 desagregados espaciales (barrios) que permiten un análisis más aproximado del municipio.

De acuerdo con lo anterior, y a partir de la revisión de la zonificación primaria y secundaria que conforma el municipio, se determinó que el Proyecto no se encuentra dentro de alguna de las zonas definidas por el Programa de Desarrollo Urbano Municipal de La Antigua. Por lo tanto, **el Proyecto no es vinculante** con este instrumento de ordenamiento, toda vez que las zonas secundarias más cercanas al Área del Proyecto son: Barrio 16 (aproximadamente a 0.8 km) que corresponde a la localidad de El Hatillo, en la cual el uso de suelo es para vivienda y mixto bajo, con varios predios baldíos; y Barrio 17 (aproximadamente a 1.2 km) que corresponde a la localidad de La Pureza, en la cual el uso de suelo predominante es mixto bajo y de equipamientos.

II.3.2. Plan Municipal de Desarrollo La Antigua, Veracruz (2022-2025)

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) de La Antigua surge como el documento maestro con el cual se pretende detonar el desarrollo sustentable y sostenido del municipio, para lo cual la administración municipal debe ejecutar los programas, acciones y proyectos/obras delimitadas para alcanzar el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población.

La consideración de los programas, acciones y obras que forman parte del PMD fueron alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible contenidos en la Agenda 2030 de la ONU y demás resoluciones e instrumentos en materia. Siendo así, se determinó que los aspectos ambientales, la sustentabilidad y la sostenibilidad serían los conceptos guía de este instrumento, bajo los cuales se velará por el equilibrio ambiental, así como por la preservación de los recursos naturales para futuras generaciones.

Consulta al Público

Para lograr el cumplimiento del objetivo general, de establecer una visión estratégica integral para el desarrollo sustentable y sostenible del municipio, se establecieron cinco ejes transversales y cinco ejes estratégicos en todas las acciones, programas y obras en consideración. En este sentido, es a partir de los ejes estratégicos que se hace la vinculación del Proyecto con el PMD, toda vez que es en estos ejes estratégicos en los cuales se delimitan las acciones para alcanzar los resultados esperados, al estar orientados por un objetivo y estructurados por estrategias específicas para resolver los problemas identificados.

De acuerdo con lo anterior, en la siguiente **Tabla II-24** se presenta la vinculación del Proyecto con las estrategias del Plan Municipal de Desarrollo de La Antigua.

Tabla II-24 Vinculación del Proyecto con los ejes estratégicos del Plan Municipal de Desarrollo de La Antigua (2022-2025)

Clave	Actividad	Vinculación con el Proyecto
Eje estratégico 6.2. Desarrollo Urbano y Espacios Públicos		
6.2.2. Obras públicas, pavimentación, guarniciones, banquetas, electrificación agua potable y drenaje ***Objetivo:*** *Atender las demandas en materia de infraestructura y equipamiento urbano a los ciudadanos así como dotarles de los servicios públicos que se requieran.*		
Componente: *Obras públicas*		
6.2.2.3.6	Electrificación básica	El objetivo del Proyecto es la generación de energía eléctrica, a partir del aprovechamiento de la energía solar, misma que se suministrará al sistema interconectado nacional a cargo de la Comisión Federal de Electricidad. Por lo tanto, se estará contribuyendo en la cadena de suministro de electricidad, con lo cual se podrán encaminar acciones específicas para mejorar las condiciones de la electrificación básica en el municipio.
6.2.5. Ecología, Medio Ambiente y Protección Animal ***Objetivo:*** *Promover el desarrollo ecológico del territorio fortaleciendo sus capacidades de gestión para fomentar la protección de los ecosistemas endémicos, su flora y fauna, a través de estrategias de educación ambiental orientada a las áreas de oportunidad que permitan restablecer el equilibrio ecológico en el municipio.*		
Componente: *Programa municipal de ecología, medio ambiente y protección de los animales;*		
6.2.5.2.2.	Estrategias para la mitigación y adaptación del cambio climático implementadas	El Proyecto, al tratarse de generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de energías renovables (energía solar), estará contribuyendo con la implementación de estrategias para la mitigación y adaptación al cambio climático, toda vez que la producción de energía será a través de módulos fotovoltaicos, con lo cual se asegura que durante el proceso productivo no se emitirán compuestos ni gases de efecto invernadero, los cuales son los principales contribuyentes al cambio climático.
6.2.5.2.3.	Revisión de Manifestaciones de Impacto Ambiental para opiniones o anuencias para licencia comercial o de construcción	Durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto, de acuerdo con los requerimientos de la autoridad municipal competente, será necesario tramitar permisos o licencias específicas. Por lo tanto, en todo momento que se requiera o solicite la presentación de la MIA-R, se proporcionará la información y documentación necesaria con la cual se facilite el análisis y dictamen correspondiente respecto a la adquisición de licencias o permisos para construcción y operación del Proyecto.
6.2.7. Catastro y desarrollo urbano ***Objetivo:*** *Promover el desarrollo urbano ordenado y sustentable de los asentamientos humanos a fin de mantener actualizado el inventario de la totalidad de los bienes inmuebles asentados en el territorio municipal, así como preservar el entorno natural previendo el impacto del crecimiento natural de la población, mediante el fomento a la participación ciudadana en los procesos de planeación del municipio.*		

Consulta al Público

Clave	Actividad	Vinculación con el Proyecto
Componente: *Campaña informativa sobre los lineamientos catastrales para construcción y remodelación, subdivisión y fusión, lotificación y cambio de uso de suelo;*		
6.2.7.1.4.	Permisos de construcción, remodelación, subdivisión y fusión, lotificación y cambio de uso de suelo	El Proyecto en cuestión es de competencia federal y para su ejecución, previamente se asegurará de contar con las autorizaciones ambientales correspondientes, tanto en materia de impacto ambiental como en materia de cambio de uso de suelo. No obstante, también se obtendrán los permisos de construcción y licencias que correspondan, de conformidad y acuerdo con la autoridad municipal competente.
Eje estratégico 6.4. Servicios Públicos Municipales		
6.4.2. Prevención y Gestión Integral de los Residuos a través de la Limpia Pública ***Objetivo:*** *No definido en el Plan Municipal de Desarrollo*		
Componente: *Programa de separación de residuos sólidos urbanos*		
6.4.2.2.2.	Programa para la prevención y gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos	Como parte de las medidas de control, prevención y mitigación, en las diferentes etapas del Proyecto se implementará un Programa de Manejo de Residuos, con el cual se asegurará un adecuado manejo integral de los residuos sólidos urbanos que se generen. Entre las acciones de manejo integral se asegurará la correcta identificación de cada tipo de residuo, su segregación y clasificación desde la fuente de origen, almacenamiento temporal, valorización y disposición final en sitio autorizado. Las acciones a implementar se alinean plenamente con las actividades de cumplimiento para este eje estratégico.
Componente: *Economía circular*		
6.4.2.3.2.	Convenios para la colecta de materiales de reciclaje, reúso y acopio de residuos de manejo especial	Como parte del manejo integral de los residuos generados en el Proyecto se implementarán estrategias para la reducción de residuos sujetos a disposición final. Para ello, durante el proceso de clasificación y segregación, se seleccionarán aquellos residuos que por sus características de composición puedan ser sujetos a valorización, mediante su reciclaje, reutilización o co-procesamiento. A partir de la identificación de residuos valorizables se buscarán empresas autorizadas, por la autoridad competente, que dentro de sus tratamientos contemplen el reciclaje, reutilización o co-procesamiento, reduciendo así la cantidad de residuos puestos a disposición final.

II.4. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

II.4.1. Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DOF, 2026), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son "*Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley*", debido a ello, las actividades que pueden llevarse dentro de las ANP se establecen de acuerdo con la LGEEPA y su Reglamento, así como a las previsiones contenidas en el programa de manejo y en los programas de ordenamiento ecológico que correspondan.

Consulta al Público

Como se observa en la **Figura II-5** el Proyecto no se encuentra dentro del ámbito de regulación directa de alguna área natural protegida federal, estatal, municipal, ejidal o privada. El ANP más cercana es de carácter estatal y corresponde a la denominada Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua, ubicada a poco más de 0.2 km al noreste del Camino de Acceso y, aproximadamente, a 2 km del polígono envolvente del Proyecto.

Asimismo, el ANP de carácter federal más cercana es el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada a poco más de 9 km al este del Área del Proyecto. A pesar de dicha distancia, para esta ANP se identificó que la ubicación del Proyecto sí coincide con su zona de influencia, por lo que en el siguiente apartado se detalla al respecto.

Con respecto a las ANP de carácter municipal, la más cercana al Área del Proyecto se ubica a más de 63 km, en el municipio de Cuitláhuac, y corresponde a la Reserva Ecológica Cerro de San Juan de la Punta, mientras que, El Angostillo es el área destinada voluntariamente a la conservación (ADVC) con más cercanía al Proyecto, con una distancia de poco más de 53 km.

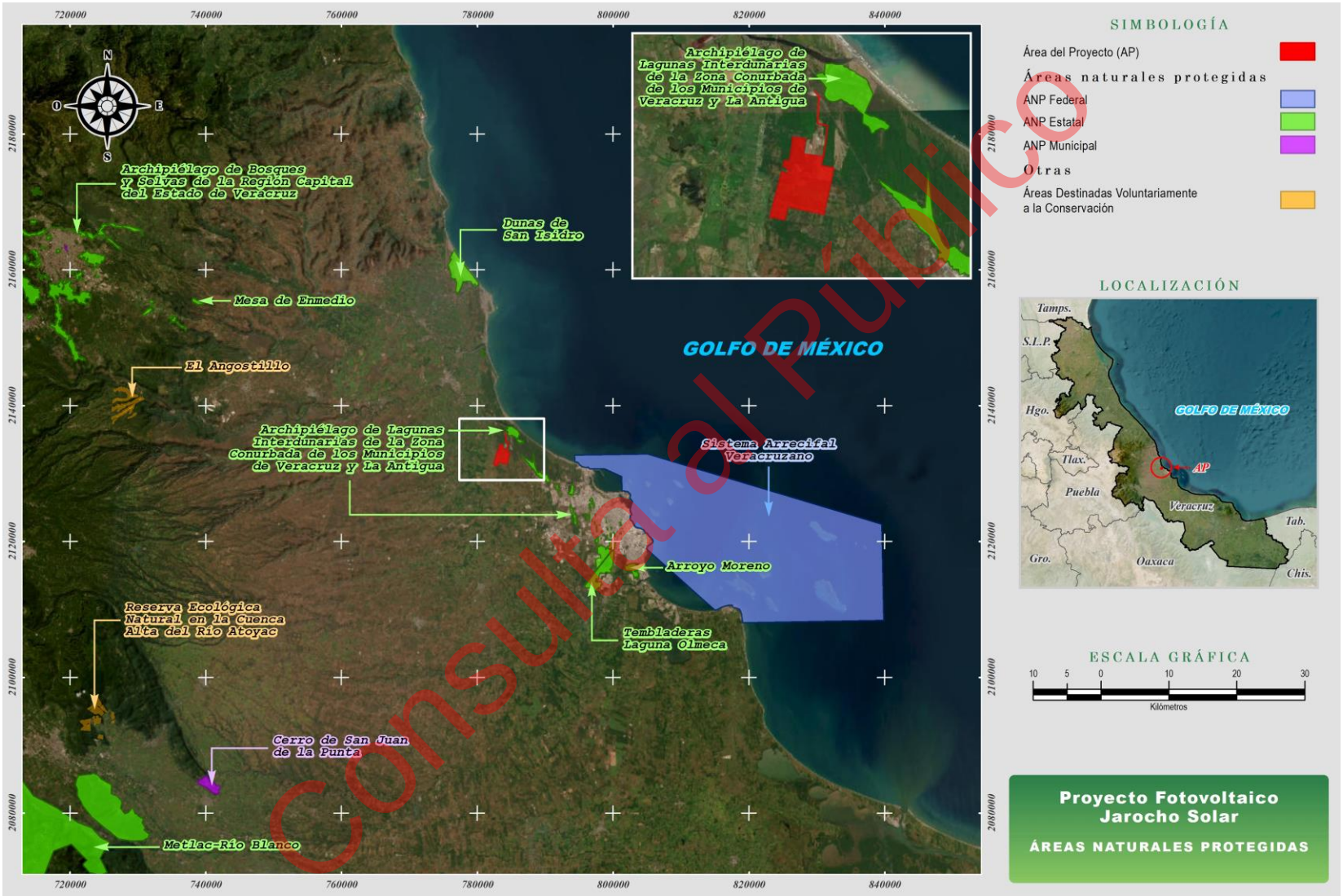
II.4.1.1. Zona de influencia del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

Tal y como se mencionó previamente, el Área del Proyecto no se encuentra inmersa dentro de alguna ANP de competencia federal, sin embargo, sí se ubica dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (**Figura II-6**), al localizarse dentro de la demarcación territorial del municipio de La Antigua.

La zona de influencia del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, con una superficie de 895,752.264 hectáreas, incluye superficies agrícolas, urbanas e industriales localizadas en las cuencas que descargan en las inmediaciones del Parque Nacional, las cuales resultan relevantes debido a que la calidad del agua que aportan a los arrecifes del ANP puede incidir de manera directa en su desarrollo biológico y ecológico, toda vez que el aporte de sedimentos y sustancias tóxicas puede desencadenar en una reducción de las coberturas de tejido vivo de los corales (SEMARNAT, 2017).

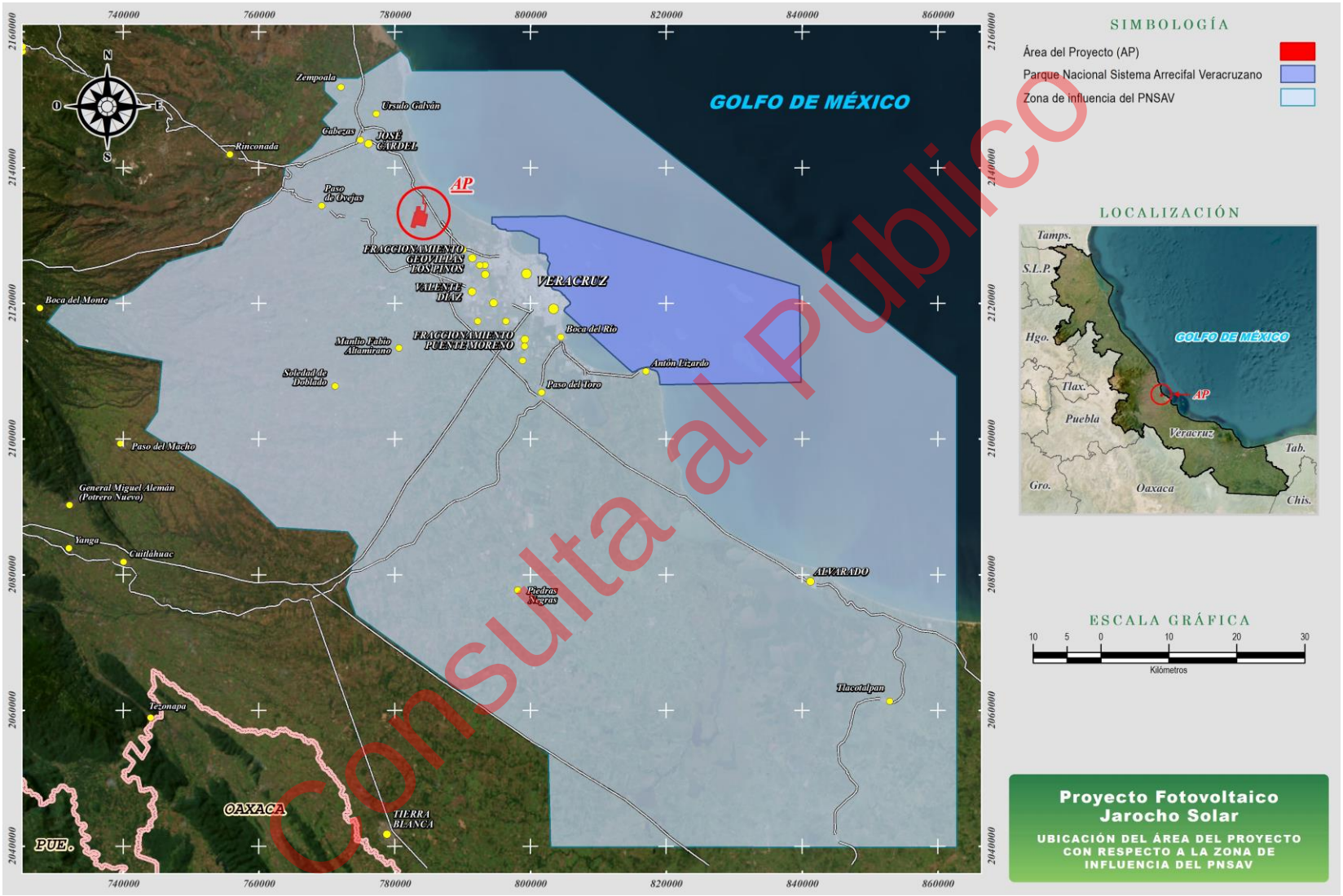
Asimismo, la zona de influencia incluye el área costera en la que se ubican localidades donde pescadores y prestadores de servicios realizan actividades económicas al interior del Parque Nacional, con la finalidad de obtener beneficios económicos, debido a que el desarrollo no planificado de dichas actividades puede impactar en las poblaciones de corales y peces del ANP (SEMARNAT, 2017).

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura II-5 Áreas naturales protegidas



Consulta al Público

Figura II-6. Zona de influencia del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

De acuerdo con el Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (SEMARNAT, 2017), la zona de influencia no tiene restricciones o regulaciones con respecto a las actividades que están permitidas o no están permitidas como las que se establecen para cada una de las ocho subzonas del Parque Nacional (Subzona de Protección Blanca-Santiaguillo, Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Pesca, Subzona de Uso Público Actividades de Playa, Subzona de Uso Público Actividades Recreativas Costeras, Subzona de Uso Público Destinos de Recorridos en Embarcaciones Motorizadas, Subzona de Uso Público Buceo Autónomo, Subzona de Uso Público Instalaciones Navales, Subzona de Recuperación Afectación Reciente). La zona de Influencia tampoco se encuentra sujeta al cumplimiento de Reglas Administrativas ya que como se indica en la Regla 1 "Las presentes Reglas Administrativas son de observancia general y obligatoria para todas las personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, localizado frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado, del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, con una superficie de 65 mil 516-47-08.05 hectáreas", es decir, las Reglas Administrativas son aplicables únicamente para la poligonal que conforma el ANP Sistema Arrecifal Veracruzano, no incluyendo su zona de influencia.

Por otra parte, la zona de influencia no se encuentra estrictamente contemplada dentro de los Subprogramas de Conservación, tales como: Subprograma de Protección, Subprograma de Manejo, Subprograma de Restauración, Subprograma de Conocimiento, Subprograma de Cultura y Subprograma de Gestión. Dichos subprogramas se estructuran en diversos componentes orientados a establecer objetivos específicos, metas y resultados esperados, así como las actividades y acciones necesarias para promover y fortalecer la conservación, restauración, manejo, gestión, generación de conocimiento y fomento de la cultura ambiental, los cuales constituyen los ejes rectores de la política ambiental aplicable al Área Natural Protegida (SEMARNAT, 2017).

Si bien la zona de influencia no se encuentra sujeta a restricciones o regulaciones específicas respecto a las actividades y acciones permitidas o prohibidas, como aquellas establecidas para cada una de las ocho subzonas del Parque Nacional, ni al cumplimiento de Reglas Administrativas, y tampoco está contemplada dentro de los Subprogramas de Conservación, el Proyecto considera de manera preventiva medidas y estrategias de mitigación orientadas a la protección ambiental, con las cuales se coadyuve al logro de los objetivos de conservación del Parque Nacional.

Consulta al Público

Por ejemplo, para asegurar que con el desarrollo del Proyecto no se modificará o incrementará la perturbación de la calidad del agua que aporta el Río La Antigua (ubicado aproximadamente a 2 km del Área del Proyecto) a los arrecifes del Área Natural Protegida; durante las diferentes etapas se implementarán acciones para un adecuado manejo integral de los residuos que se generen, asegurando con ello que su disposición final se realice en sitos adecuados y autorizados para tal fin, con base en las características de cada tipo de residuo. Asimismo, y toda vez que se tiene previsto que durante preparación del sitio se ejecuten actividades de cambio de uso de suelo, se asegurará que para la remoción y/o control de la cobertura vegetal en ningún momento se haga uso de agroquímicos, previniendo la contaminación del suelo y del manto freático.

II.4.2. Humedales de importancia internacional (Sitios Ramsar)

Los Humedales de Importancia Internacional, son áreas que han sido reconocidas al asignarles una designación de acuerdo con los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional" (CONANP, 2016). El primer criterio se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica (Ramsar, 2014).

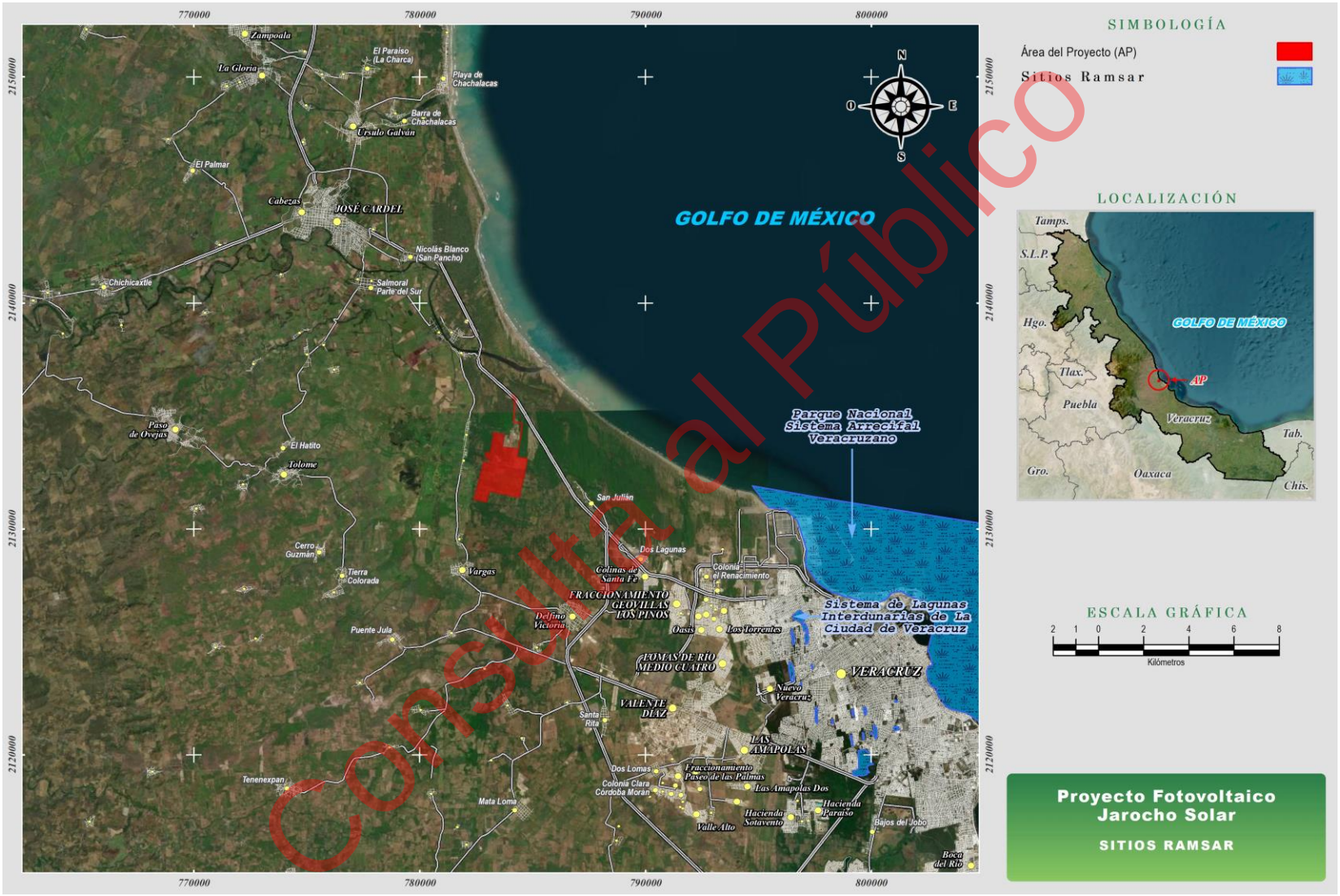
En relación con los humedales de importancia internacional o sitios Ramsar, en el Área del Proyecto o sus alrededores no se encuentra alguno de ellos, siendo los de mayor cercanía el Sitio Ramsar 1346: Área Natural Protegida Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, que se ubica aproximadamente a 10 km del Área del Proyecto y, el Sitio Ramsar 1450: Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz, ubicado a poco más de 13 km (**Figura II-7**).

II.4.3. Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs)

Las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAs) surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio.

Las AICA pretenden, entre otros objetivos, ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación, así como fomentar la cultura ecológica –especialmente en lo referente a las aves– sirviendo como herramienta para formar clubes de observadores de aves y otros grupos interesados en el conocimiento y conservación de estos animales (CONABIO – AvesMX, 2015).

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura II-7 Sitios Ramsar, con respecto a la localización del Proyecto

El Área del Proyecto se ubica dentro de la AICA-150: Centro de Veracruz, la cual comprende una superficie de 803,150.703285 hectáreas y registra la presencia de hasta 528 especies de aves (**Figura II-8**). Debido a su riqueza específica es considerada una región crítica, ya que incluye 236 especies de aves migratorias Neotropicales de relevancia a nivel mundial y, además, posee poblaciones de unas 12 especies de aves endémicas o de distribución restringida.

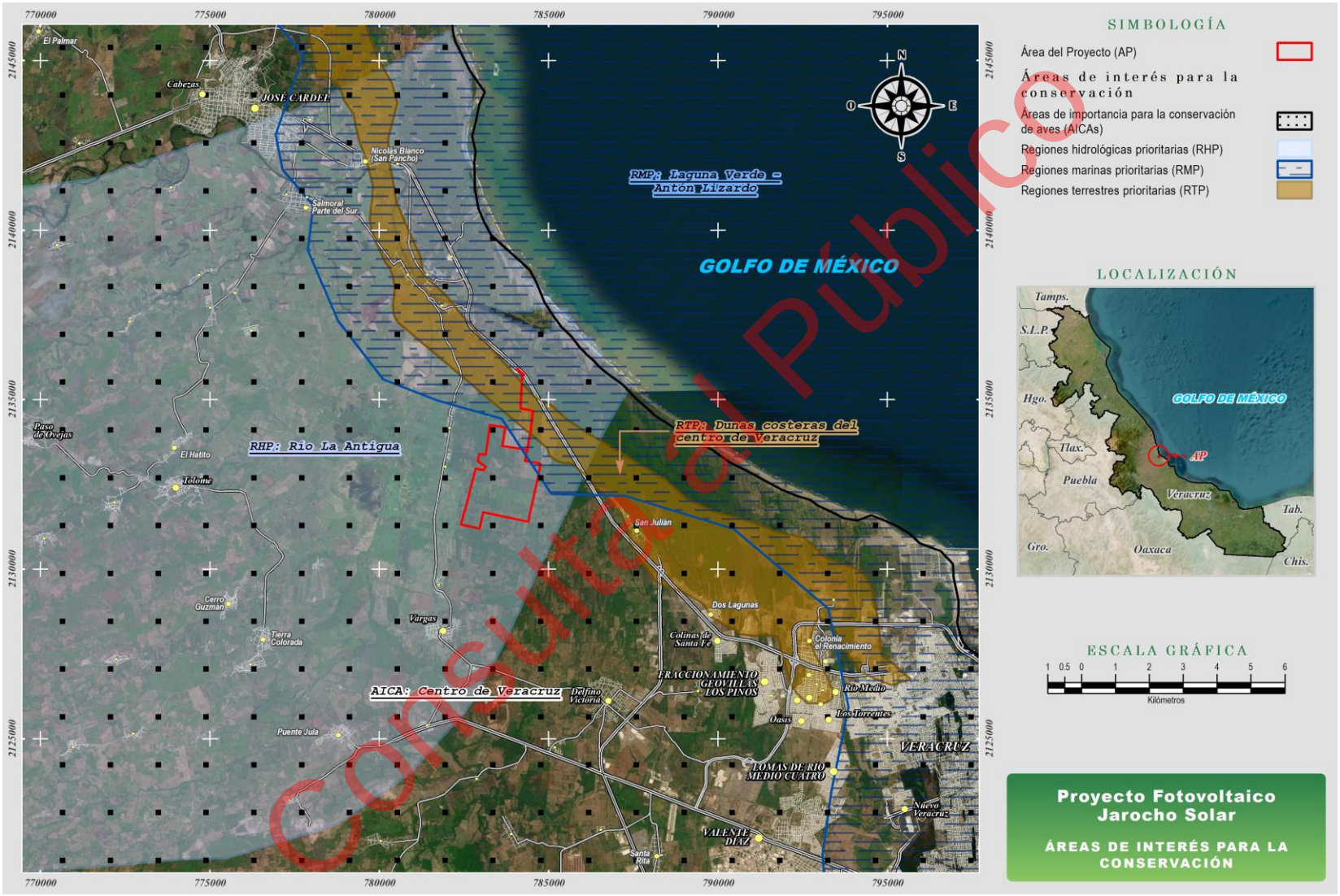
En ese sentido, y toda vez que la regulación para la "AICA-150: Centro de Veracruz" no está determinada por un instrumento político específico, durante las diferentes etapas del Proyecto se implementarán acciones encaminadas a controlar, prevenir y mitigar posibles afectaciones que se puedan ocasionar a la fauna silvestre, específicamente a la avifauna presente y/o en interacción con el Área del Proyecto. Para ello, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre en el cual se determinarán estrategias específicas para la protección de la avifauna, como lo será: protección de nidos activos en terrenos sujetos a cambio de uso de suelo, hasta que estos ya no se encuentren en uso; el rescate y reubicación de nidos, solo en caso de ser necesario; e implementación de estrategias para prevenir la colisión de avifauna contra infraestructura permanente. Las acciones que se implementarán estarán enfocadas a la protección de toda la avifauna presente o en interacción con el Área de Proyecto, sin embargo, se priorizará a aquellas especies enlistadas dentro de alguna de las categorías de protección definidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas especies migratorias y con distribución endémica o restringida para la AICA-150: Centro de Veracruzl.

II.4.4. Regiones terrestres prioritarias (RTP)

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) son unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan 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 tiene una oportunidad real de conservación (Arriaga *et al.*, 2000).

De acuerdo con Arriaga *et al.* (2000), el polígono envolvente, donde se realizará la preparación del sitio, construcción y operación de la central fotovoltaica, no se ubica dentro de alguna RTP. Sin embargo, una sección del camino de acceso, que se habilitará para conectividad entre el polígono constructivo/operativo con las vías de comunicación existentes (carretera federal 180, Veracruz – Poza Rica), se encuentra dentro de la RTP-123, denominada Dunas costeras del centro de Veracruz, la cual comprende una superficie de 117 km^2 (**Figura II-8**).

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura II-8 Áreas de interés para la conservación asociadas con el Proyecto

Analizando la Ficha Técnica CONABIO – RTP 123, dentro de esta región prioritaria se tienen diferentes problemáticas ambientales, siendo las de mayor importancia el desarrollo de proyectos turísticos, la tala de vegetación de dunas para siembra, el relleno de lagunas para construcción y las reservas territoriales sobre dunas para asentamientos humanos de alta densidad. En ese sentido, el desarrollo del Proyecto no contribuirá directamente a las problemáticas ambientales actualmente identificadas, sin embargo, y toda vez que una sección del camino de acceso se construirá dentro de los terrenos que forman parte de esta RTP 123, durante la ejecución de obras y actividades se implementará una serie de medidas para el control, prevención y mitigación de los impactos ambientales negativos que pudieran repercutir en las condiciones y características de esta región.

Aunado a lo anterior, es importante mencionar lo siguiente: con base en la prospección en campo, así como con la revisión de imágenes satelitales, se pudo determinar que, en la "supuesta convergencia" entre el trazo del camino de acceso del Proyecto y la parte del polígono de la RTP-123, no se presentan los elementos definidos para la delimitación de la RTP, los cuales corresponden a fragmentos de vegetación de dunas costeras y manglares, por lo que, desde la apreciación y definición del polígono que conforma la RTP-123, a partir de análisis con sistemas de información geográfica (sobreposición con imágenes de satélite e información de uso de suelo y vegetación para la identificación de vegetación de dunas costeras y manglar), se podría especular que el polígono se encuentra desfasado, desde la línea de costa y hacia el territorio continental, en aproximadamente 2 km, por lo cual, en el punto de convergencia con el camino de acceso no se observan las características generales que definen a dicha región.

Con base en las apreciaciones en campo, y considerando la hipótesis planteada en el párrafo anterior, se puede manifestar que, por el desarrollo del camino de acceso del Proyecto, "dentro de la RTP-123: Dunas Costeras del Centro de Veracruz", no se causarán afectaciones en este tipo de ecosistema y tampoco se provocará un desequilibrio ecológico. A pesar de ello, se asegurará que las obras y actividades alusivas al Proyecto únicamente se desarrollen dentro de los límites del polígono autorizado en materia ambiental, con la correspondiente aplicación de medidas de control, prevención, mitigación y compensación aplicables, mismas que se instrumentarán a partir de los Programas Ambientales específicos, como el de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, el de Reforestación, el de Manejo de Residuos y el de Educación Ambiental.

Consulta al Público

II.4.5. Regiones hidrológicas prioritarias (RHP)

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) surgen del objetivo de 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 (Arriaga *et al.*, 2002).

De acuerdo con Arriaga *et al.* (2002), el Área del Proyecto se encuentra dentro de la RHP-77, denominada Río La Antigua (**Figura II-8**), identificada como una Región de Alta Biodiversidad (AAB). Corresponde a un polígono con una extensión de 2,326.43 km² donde las principales actividades económicas son la agricultura y ganadería.

Dentro de esta región hidrológica prioritaria (RHP) se tienen identificadas algunas problemáticas de carácter ambiental, siendo las principales:

- **Modificación del entorno:** zona alta y baja degradada por deforestación y contaminación. Actividades agrícolas inadecuadas en laderas.
- **Contaminación:** por agroquímicos, residuos domésticos e industriales, desechos por beneficio del café.
- **Uso de recursos:** El agua se usa para abastecimiento urbano y riego. Especie introducida de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la cuenca alta.

Con el fin de que el Proyecto no contribuya a las principales problemáticas que se presentan en la región hidrológica prioritaria, se realizarán diversas medidas ambientales en pro de la conservación de los recursos naturales que se presentan en el área, entre ellas aquellas enfocadas al uso racional del agua y al manejo de residuos (sólidos urbanos, manejo especial y peligrosos), así como la restricción del uso de agroquímicos (herbicidas) para actividades de control de vegetación. Además, se realizarán actividades de compensación para aquellos impactos que así lo requieran, tal como reforestación con especies nativas.

II.4.6. Regiones marinas prioritarias (RMP)

Las Regiones Marinas Prioritarias (RMP) surgen del objetivo de desarrollar un marco de referencia para contribuir a la planificación, conservación y manejo sustentable de los ambientes marinos en México, incluyendo zonas oceánicas, islas, lagunas, costas, arrecifes, manglares, marismas, bahías, caletas, dunas y playas, que considere los sitios de mayor biodiversidad y de uso actual y potencial en el país (Arriaga *et al.,* 1998).

Consulta al Público

De acuerdo con Arriaga *et al.* (1998), el Área del Proyecto (camino de acceso y parte del polígono constructivo/operativo) llega a tener interacción directa con la RMP-49 denominada Laguna Verde-Antón Lizardo (**Figura II-8**), la cual tiene una extensión de 3,657 km^2, donde los principales aspectos económicos involucran la actividad turística, pesca, así como actividades petroleras, industriales y urbanas.

Dentro de esta región marina prioritaria (RMP-49) se tienen identificadas algunas problemáticas de carácter ambiental, siendo las principales:

- **Modificación del entorno:** tala de manglar, dragado. Alteración de cuencas con cambios hidrológicos e influencias de la planta nucleoeléctrica.
- **Contaminación:** por petróleo, aguas residuales, agroquímicos, fertilizantes, desechos industriales y aguas negras.
- **Uso de recursos:** Presión del sector pesquero sobre el ostión y robalo, y del sector turístico sobre arrecifes coralinos. Existe pesca ilegal.

Con el fin de que el Proyecto no contribuya a las principales problemáticas que se presentan en la región marina prioritaria, se implementarán diversas medidas ambientales para prevenir, controlar, mitigación y compensar los posibles impactos que lleguen a ocasionar. Por ejemplo, para prevenir la contaminación, se realizará el manejo integral de todos y cada uno de los tipos de residuos que se generen, incluyendo las aguas residuales, para las cuales preferentemente se buscará realizar su disposición final en plantas de tratamiento o en sitios señalados por la autoridad competente. Por otra parte, y aunque no se tiene prevista la tala de manglar (no existe presencia en el Área del Proyecto) o dragado, se implementarán acciones de reforestación con especies nativas, con lo cual se contribuirá a rehabilitar y/o mejorar las condiciones del ecosistema.

II.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Considerando las actividades que se llevarán a cabo para el establecimiento del Proyecto y posteriormente su operación y mantenimiento, en la **Tabla II-25** se establecen las Normas Oficiales Mexicanas que serán aplicables al Proyecto, así como las estrategias para su cumplimiento.

Tabla II-25. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas, en materia de Impacto Ambiental

Tema	Instrumento Jurídico	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Residuos Peligrosos	**NOM-052-SEMARNAT-2005,** Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	La identificación, clasificación y los listados de los Residuos Peligrosos (RP) se harán conforme a lo dispuesto en la Ley General

Consulta al Público

Tema	Instrumento Jurídico	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
	Publicada en el DOF el 23 de junio de 2006.	para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), su Reglamento, y conforme a lo establecido en esta norma. El Proyecto contempla implementar un Programa de Manejo de Residuos (previa aprobación de la SEMARNAT), que incluirá la gestión, identificación y clasificación, acopio, almacenamiento, transporte y recolección, y envío a disposición final (a través de empresas prestadoras de servicios con autorizaciones correspondientes) de los RP que se generen durante las actividades. El personal será sensibilizado en materia de RP, con el fin de prevenir cualquier tipo de contaminación y resguardar su seguridad y salud en el área de trabajo. De esta manera, será posible identificar cuando un residuo generado sea peligroso procediendo al manejo, disposición y almacenamiento de acuerdo a esta NOM.
	NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana **NOM-052-ECOL-1993**. Publicada en el DOF el 22 de octubre de 1993.	Durante las diferentes etapas del Proyecto, se contará con un almacén temporal de RP, en el cual, los residuos generados serán dispuestos en contenedores individuales por tipo de residuo. De ser requerido el almacenamiento de distintos residuos en un mismo contenedor, se verificará previamente su compatibilidad de acuerdo con el procedimiento estipulado en la presente Norma.
Residuos de manejo especial	**NOM-161-SEMARNAT-2011,** Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. Publicada en el DOF el 1 de febrero de 2013.	Los residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto y que cumplan con los criterios definidos en la presente Norma, serán clasificados como de manejo especial. De corresponder a residuos enlistados en la Norma, se realizará el correspondiente Plan de Manejo de acuerdo con los elementos requeridos para su formulación.
Lodos y biosólidos	**NOM-004-SEMARNAT-2002,** Protección Ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Publicada en el DOF el 15 de agosto de 2003.	En el Proyecto no se tendrá conexión con el sistema de alcantarillado urbano o municipal ni se contará con alguna planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que, la presente Norma no es aplicable al Proyecto, sin embargo, ya que durante la etapa de operación y mantenimiento se contará con una fosa séptica para las aguas residuales provenientes del uso doméstico de los trabajadores, generando con ello la presencia de lodos, se contratarán los servicios de una empresa autorizada para el manejo de los mismos (retiro, transporte, tratamiento y/o disposición final). Dependiendo del destino de los lodos, se solicitará al proveedor de los servicios que además de los permisos de las autoridades correspondientes para el manejo de estos, se realicen los análisis y procedimientos requeridos para demostrar el cumplimiento con la presente Norma y normatividad asociada.
Emisiones de fuentes móviles	**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. Publicada en el DOF el 10 de junio de 2015.	El uso de vehículos y maquinaria, durante las distintas etapas del Proyecto, estará condicionado a su cumplimiento con las especificaciones de cada una de las normas oficiales aplicables a los mismos, por lo que, se solicitará a todos los proveedores y/o contratistas que, sus unidades se encuentren en óptimas condiciones, requiriendo para ello su verificación vehicular al corriente y/o la realización de mantenimientos preventivos, y en dado caso, mantenimientos correctivos. Si se utilizan vehículos ligeros que funcionen con diésel como combustible, también deberán contar con las verificaciones vehiculares vigentes, sin excepción, respetando los límites máximos de emisiones contaminantes permitidos. Estos vehículos deberán tener filtros apropiados para garantizar que los niveles de emisiones no superen los límites establecidos, en términos de coeficiente de absorción de luz y porcentaje máximo de opacidad permitido.
	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. Publicada en el DOF el 7 de septiembre de 2005.	
	NOM-044-SEMARNAT-2017, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la	

Consulta al público

Tema	Instrumento Jurídico	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
	propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores. Publicada en el DOF el 19 de febrero de 2018.	
	NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Publicada en el DOF el 8 de marzo de 2018.	
	NOM-047-SEMARNAT-2014, Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. Publicada en el DOF el 26 de noviembre de 2014.	
	NOM-050-SEMARNAT-2018, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. Publicada en el DOF el 12 de octubre de 2018.	
	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 valorativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta. Publicada en el DOF el 27 de noviembre de 2012.	Aplicable especialmente en las etapas de preparación del sitio y construcción por el uso de vehículos automotores y maquinaria pesada como excavadora, retroexcavadora, tractores, tractocamiones y grúas, entre otros; además de vehículos particulares de mayor dimensión que utilicen como combustible gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos que se regulan en la presente NOM. Se implementarán las medidas preventivas necesarias para evitar el mal funcionamiento de los vehículos y maquinaria, por lo que todos se someterán a revisiones constantes de verificación.
Contaminación del agua	**NOM-001-SEMARNAT-2021,** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Publicada en el DOF el 11 de marzo de 2022.	En el Proyecto no se tendrá conexión con el sistema de alcantarillado urbano o municipal ni se realizarán descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Las aguas residuales que el Proyecto genere, serán manejadas y dispuestas a través de un proveedor con permisos y/o autorizaciones pertinentes, por lo que de tener autorización para descargar aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación o en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, se le solicitarán los estudios y/o análisis necesarios para garantizar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de contaminantes que se estipulan en las presentes NOM.
	NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Publicada en el DOF el 3 de junio de 1998.	
Contaminación del suelo	**NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012,** Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. Publicada en el DOF el 10 de septiembre de 2013.	Si se presentan derrames mayores de hidrocarburos (≥1 m^3) sobre el suelo, en primera instancia se llevarán a cabo medidas para su contención, y posteriormente acciones de limpieza y recuperación del suelo contaminado para su procesamiento como residuo peligroso; finalmente se dispondrán a empresas autorizadas para su transporte, tratamiento y/o disposición. Se solicitará a los proveedores la realización de los análisis y procedimientos requeridos para demostrar el cumplimiento de la presente NOM.
Contaminación por 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. Publicada en el DOF el 13 de enero de 1995.	Se solicitará a todos los proveedores y/o contratistas que sus unidades vehiculares se encuentren en óptimas condiciones para su operación, para lo cual, se vigilará que las unidades cuenten con sus correspondientes mantenimientos preventivos.

Consulta al Público

Tema	Instrumento Jurídico	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
	NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Publicada en el DOF el 3 de diciembre de 2013.	El Proyecto se sujetará a los límites máximos permisibles definidos para zonas industriales y comerciales: 68 dB (A) en horario de 6:00 a 22:00 horas y 65 dB (A) en horario de 22:00 a 6:00 horas, para ello, se vigilarán las emisiones de ruido de las instalaciones de acuerdo con el método de medición definido en la presente NOM. De superarse los límites, se realizarán los ajustes necesarios.
Especies en riesgo (Flora y fauna silvestre)	**NOM-059-SEMARNAT-2010,** Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Publicada en el DOF el 14 de abril de 2025.	Con el fin de proteger a las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la presente Norma, aquellas que se ubiquen en el Proyecto serán consideradas como prioritarias dentro de los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre.
Suelo orgánico	**NOM-027-SEMARNAT-1996,** Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte. Publicada en el DOF el 5 de junio de 1996.	Para la instalación de infraestructura del Proyecto, principalmente edificaciones y caminos, se requerirá la realización del despalme del suelo o remoción del suelo orgánico, para lo cual, con el fin de conservar este recurso, se rescatará y almacenará temporalmente, para finalmente ser utilizado para actividades de restauración de suelos y/o actividades de recuperación de la cobertura vegetal. Durante todo el proceso de manejo del suelo orgánico, se tomarán en cuenta lo dispuesto en la presente NOM.

II.6. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 5 de febrero de 1917 y su última reforma el 6 de mayo de 2026, es la máxima ley que rige la vida económica, social y política en México. El Proyecto se vincula con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de acuerdo con lo que se establece en la **Tabla II-26**.

Tabla II-26. Vinculación del Proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 4o. (…) Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	De acuerdo con las regulaciones establecidas por el Estado, para garantizar el respeto al derecho de un medio ambiente sano, se presenta ante la Secretaría la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R), para su evaluación y obtención de la autorización en Impacto Ambiental del Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar, en la cual se establecen las medidas a llevar a cabo para la protección y conservación del medio ambiente, así como aquellas medidas para prevenir, controlar y/o mitigar los impactos que pudieran presentarse por el desarrollo del presente Proyecto.
Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. (…) El Estado velará por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero para coadyuvar a generar condiciones favorables para el crecimiento económico y el empleo.	Con el desarrollo del Proyecto, se contribuirá al crecimiento económico y a la generación de empleos en la región, además de que, al producir energía eléctrica a través de un recurso natural renovable como lo es la energía solar, se evitará una influencia negativa sobre el medio ambiente, fomentando el desarrollo sostenible.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
(…) El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución. Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación. (…) Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.	
Artículo 27. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización. (…) Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica (…).	El Promovente llevará a cabo los contratos y/o procedimientos necesarios para la legal ocupación de los terrenos en los que se establecerá el Proyecto, así como también, celebrará los contratos requeridos con las autoridades correspondientes para su participación en la industria eléctrica.
Artículo 73. El Congreso tiene facultad: **XXIX-G.** Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.	El Proyecto se sujetará a los instrumentos jurídicos en materia ambiental que existen en los tres niveles de gobierno: Federal, Estatal, y Municipal, por lo que, en el presente Capítulo, además de la vinculación del Proyecto con los instrumentos jurídicos ambientales de competencia federal, también se especifica su vinculación con los instrumentos jurídicos ambientales correspondientes al estado de Veracruz y al municipio de La Antigua.
Artículo 115. Los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes: **V.** Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para: **a)** Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, así como los planes en materia de movilidad y seguridad vial; **b)** Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; **c)** Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios; **d)** Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales; **e)** Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana; **f)** Otorgar licencias y permisos para construcciones; **g)** Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;	El Promovente acatará las regulaciones en materia de uso de suelo y zonificación del territorio, emitidas por el gobierno municipal de La Antigua, Veracruz, realizando para ello, los procedimientos o trámites para la obtención de las autorizaciones, licencias y permisos requeridos para la utilización del suelo y la construcción del Proyecto.

Consulta al Público

II.7. PLANES Y PROGRAMA DE COMPETENCIA FEDERAL

II.7.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030

El Plan Nacional de Desarrollo (PND 2025 – 2030) 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.

Dicho Plan es, primero, un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal. La propuesta del PND 2025 – 2030 se estructura en cuatro ejes generales y tres ejes transversales que integran 14 Repúblicas, que contienen los 100 compromisos del Gobierno

En el PND, uno de sus ejes refiere al desarrollo sustentable, principio fundamental para garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras. La soberanía energética es un objetivo estratégico del país y la transición energética una prioridad. El Plan Nacional de Energía incluye nuevas inversiones en transmisión, generación y un programa ambicioso de transición energética hacia fuentes renovables de energía que contribuyan a disminuir los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático.

Con el fortalecimiento de la CFE y PEMEX en un modelo de soberanía energética con sustentabilidad, México tiene potencial para ser líder en energías renovables y deberá consolidar una infraestructura eléctrica moderna y eficiente, impulsando la electrificación del transporte y el desarrollo de nuevas tecnologías. Se mantendrá la proporción actual entre la generación de electricidad pública con 54 % y la privada con 46 %. Se hará con reglas claras, en el marco de la ley y la estabilidad del sistema eléctrico.

Apoyado principalmente en el Eje 4: Desarrollo sustentable, el Proyecto se vincula con los objetivos y estrategias establecidos para tal finalidad. Por lo tanto, en la en la **Tabla II-27** se establece la vinculación que se tendrá con el Proyecto.

Tabla II-27. Vinculación del Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030

Objetivos y estrategias de los ejes generales y transversales	Vinculación con el Proyecto
Eje General 3: Economía moral y trabajo	
Objetivo 3.5: Contribuir al bienestar y la inclusión social de la población rural, enfocándose en micro, pequeños y medianos productores agropecuarios, acuícolas y pesqueros, así como en las personas jornaleras, mediante acciones que mejoren sus ingresos.	
Estrategia 3.5.1 Mejorar el ingreso y promover la inclusión social de la población rural y las personas jornaleras, a través de la formalización del empleo y la dignificación del trabajo, garantizando el reconocimiento de sus derechos y la mejora de sus condiciones laborales.	En las distintas etapas del Proyecto se generarán empleos en los que se buscará contratar gente de la región, por lo que la población rural y personas jornaleras podrán formar parte de la fuerza laboral del Proyecto. Los empleos contarán con prestaciones acorde a la ley, con lo cual, se garantizará el reconocimiento de los derechos del trabajador.
Eje General 4: Desarrollo sustentable	
Objetivo 4.2: Impulsar proyectos estratégicos de energías limpias, modernizar la infraestructura eléctrica y fomentar la innovación tecnológica para reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental.	
Estrategia 4.2.1 Fomentar la transición gradual de combustibles fósiles a energías renovables para fortalecer la sustentabilidad económica y ambiental.	El Proyecto al consistir en la generación de energía eléctrica a través de la energía solar, promoverá el aprovechamiento energético de recursos renovables, sustituyendo o reduciendo la generación de energía eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles.

Consulta al Público

Objetivos y estrategias de los ejes generales y transversales	Vinculación con el Proyecto
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.	El Proyecto promoverá el uso de energías limpias para la generación de electricidad, por lo que su implementación contribuirá a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector eléctrico, favoreciendo con ello la mitigación de los efectos del cambio climático.
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.	Para fortalecer la resiliencia de la sociedad al cambio climático, el Proyecto contempla la inclusión de grupos vulnerables en su fuerza laboral, la no discriminación, y el respeto a los derechos de los trabajadores, con lo cual se proporcionará al personal que labore en el Proyecto los recursos y servicios para hacer frente a la problemática asociada al cambio climático. En lo respectivo al componente ambiental, las estrategias estarán enfocadas principalmente a la reforestación y/o restauración de ecosistemas, así como a la gestión del agua y de los residuos que se generen en el Proyecto.
Estrategia 4.3.3 Promover la economía circular para optimizar el uso de recursos, mejorar la gestión de residuos y prevenir la contaminación, reduciendo la presión sobre el medio ambiente.	Durante todas las etapas del Proyecto se implementarán medidas enfocadas a la prevención de la contaminación, entre ellas las correspondientes a la gestión integral de los distintos residuos que se generen en el Proyecto (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos). En aquellos residuos que sean factibles se dará prioridad a su reutilización o reciclaje.
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.	Para la prevención y control de la contaminación, en el Proyecto se llevarán a cabo diversas medidas, como: gestión de residuos, uso de maquinaria y vehículos en condiciones óptimas de operación, implementación de superficies impermeables, prohibición de quemas, humedecimiento de suelos susceptibles a la generación de polvos y partículas suspendidas, entre otras. El Proyecto promoverá el uso de energías limpias para la generación de electricidad, por lo que se evitarán residuos y subproductos altamente contaminantes.
Objetivo 4.5: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales, promoviendo su uso sustentable mediante una política ecológica humanista, inclusiva y participativa.	
Estrategia 4.5.1 Frenar la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, abordando y eliminando sus causas principales.	Como parte de las medidas enfocadas a la compensación de la remoción de la cobertura vegetal forestal por el desarrollo del Proyecto, se contemplan actividades de restauración, principalmente a través de la reforestación con especies nativas, y el rescate y reubicación de flora de importancia ecológica, con lo cual se promoverá el que no se pierdan los ecosistemas presentes en la región, así como su biodiversidad.
Objetivo 4.6: Garantizar el derecho al agua mediante una gestión eficiente, sustentable y resiliente al cambio climático, protegiendo la integridad de las cuencas y asegurando su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras.	
Estrategia 4.6.2 Promover el uso eficiente y sustentable del agua para reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad a largo plazo.	Durante todas las etapas del Proyecto se impartirán pláticas de concientización ambiental sobre la importancia del recurso hídrico y su gestión dentro del Proyecto, con lo cual, se promoverá que el personal que labore en el Proyecto realice un uso racional del agua en sus respectivas actividades, así como para su uso personal.
Estrategia 4.6.4 Reforzar el monitoreo y control de contaminantes para prevenir el deterioro de la calidad del agua y proteger los ecosistemas y su biodiversidad.	En el Proyecto se establecerán acciones enfocadas a la prevención de la contaminación del agua, tal como: manejo de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial, y peligrosos), instalación de sanitarios portátiles y sistema biodigestor para el manejo de las aguas residuales, uso de maquinaria y vehículos en condiciones óptimas de operación, implementación de superficies impermeables, entre otras.
Eje Transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres	
Objetivo T1.1: Impulsar la autonomía económica de las mujeres para cerrar brechas históricas de pobreza y precariedad laboral, garantizando condiciones equitativas de acceso al trabajo, ingresos dignos y una cultura de empoderamiento basada en la igualdad sustantiva.	
Estrategia T1.1.5 Promover la igualdad salarial y garantizar el acceso, contratación, participación, permanencia y promoción de las mujeres en el mercado laboral, eliminando estereotipos y prácticas sexistas para asegurar condiciones equitativas de trabajo.	En los empleos que se generen en las distintas etapas del Proyecto, se promoverá la contratación de personal en igualdad de condiciones, sin discriminación por origen étnico o nacional, género, edad, discapacidad, condición social, condiciones de salud, religión, condición migratoria, opiniones, preferencias sexuales o estado civil.

Consulta al Público

II.7.2. Programa Sectorial de Energía 2025 – 2030

Este Programa Sectorial de Energía (2025-20230), publicado en el DOF el 22 de diciembre de 2025, es la guía para la planeación energética del Estado mexicano que integra objetivos y estrategias prioritarias con acciones puntuales que conducirá la Secretaría de Energía (SENER) como cabeza de sector, coordinadamente con las dependencias y organismos del sector energético nacional.

El Programa Sectorial se compone de tres objetivos que son prioritarios del sector energético, para los cuales se han definido estrategias y acciones puntuales para su realización, en el marco de una política integral que incorpora la participación del Pueblo de México en su conjunto; del Gobierno Federal, el de las entidades federativas, municipios y, en su caso, alcaldías, así como de las organizaciones sociales, comunitarias, indígenas y afromexicanas, industriales, empresariales, sindicales, campesinas, urbanas, profesionales, académicas y estudiantiles, entre otras.

En relación con el Programa Sectorial, el Proyecto se vincula con los objetivos prioritarios, estrategias prioritarias y líneas de acción que se presentan en la **Tabla II-28**.

Tabla II-28. Vinculación del Proyecto con el Programa Sectorial de Energía 2025 – 2030

Objetivos del Programa	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 1.- Fortalecer la autosuficiencia, soberanía y seguridad energética, a través de la planeación energética vinculante, así como el desarrollo sustentable para garantizar el acceso equitativo a la energía para la población, especialmente en regiones en rezago.	
Estrategia prioritaria 1.1 Planificar de manera integral la participación de los actores del SEM guiados por el imperativo ético de promover un desarrollo integral y sustentable con justicia energética y respeto a la dignidad humana, bajo la rectoría del Estado. **Línea de acción 1.1.1** Llevar a cabo la planeación integral y vinculante del desarrollo del sector energético mediante el Consejo de Planeación Energética, integrando principios y criterios de coordinación entre los instrumentos de planeación, así como entre los actores de los sectores público, privado, academia y de la sociedad civil, y que esté alineado a una visión sustentable de mediano y largo plazo, a través de los acuerdos emitidos por el Consejo	El Proyecto contribuirá a la producción de energía eléctrica para abastecer la demanda actual y futura de energéticos, realizando para ello el aprovechamiento de fuentes renovables de energía como lo es la energía solar, promoviendo, costos competitivos al diversificar las fuentes de generación de energía, y constituyendo una alternativa sustentable para reducir el uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.
Objetivo 2- Impulsar proyectos estratégicos de energías renovables, el fomento a la eficiencia energética, y la innovación tecnológica para mitigar el impacto ambiental y reducir la dependencia de combustibles fósiles, priorizando regiones y sectores históricamente marginados	
Estrategia prioritaria 2.1 Fomentar la transición gradual de combustibles fósiles a energías renovables para fortalecer la sustentabilidad económica y ambiental **Línea de acción 2.1.3** Realizar proyectos de generación con energías renovables intermitentes, incorporando criterios de confiabilidad.	Con el Proyecto se fomentará la transición hacia la generación eléctrica con fuentes renovables, incrementado el uso de la energía solar para la producción de energía eléctrica destinada al abastecimiento a centros de consumo de cualquier tipo, reduciendo con ello las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación si se utilizaran fuentes fósiles con los mismos fines.
Objetivo 3.- Garantizar la Justicia Energética para la población, acceso equitativo a energía asequible, distribución justa de beneficios de los proyectos energéticos y gestión participativa de las comunidades	
Estrategia prioritaria 3.3 Promover el acceso a la energía e infraestructura energética confiable, asequible, segura y sustentable, para contribuir a la disminución de las desigualdades sociales y de género.	

Consulta al Público

Objetivos del Programa	Vinculación con el Proyecto
Línea de acción 3.3.2 Impulsar la equidad de género mediante la creación de ofertas de empleo para mujeres egresadas de carreras relacionadas con la energía.	En los empleos que se generen en las distintas etapas del Proyecto, se promoverá la contratación de personal en igualdad de condiciones, sin discriminación por su género, por lo que, mujeres egresadas de carreras relacionadas con la energía podrán formar parte de la fuerza laboral calificada y/o especializada del Proyecto.
Línea de acción 3.3.6 Desarrollar esquemas de prevención y resarcimiento de afectaciones por proyectos e infraestructura energética durante su construcción, vida útil, desmantelamiento y disposición final, para las comunidades afectadas, principalmente las originarias.	El Proyecto se realizará en conjunto con una serie de medidas para la prevención y resarcimiento de afectaciones que pudieran ocurrir durante su construcción, operación o desmantelamiento, en comunidades asentadas en la región, considerando para ello el que se atiendan los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos. Las medidas a implementar se presentarán principalmente en la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético (MISSE) que se ingresará ante la SENER a fin de obtener la autorización para desarrollar proyectos de infraestructura eléctrica. De manera adicional, en el Capítulo IV de la presente MIA-R, además de las medidas enfocadas a la protección del ambiente, se establecen medidas para prevenir, mitigar o compensar los posibles impactos en las comunidades asentadas en la región en la que se pretende establecer el Proyecto.

II.7.3. Estrategia Nacional de Cambio Climático

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) tiene como objetivo ser el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono, así como reflejar los objetivos de adaptación y mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero con un enfoque sistemático, descentralizado, participativo e integral, que establece las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París lo que está mandatado en los artículos 2° fracción VII y 64 de la Ley General de Cambio Climático.

La actualización de la ENCC se publicó en el DOF el 30 de septiembre de 2024, en la cual, se fortalecieron las Líneas de Acción de Adaptación, Mitigación y Política Climática Transversal, identificando y haciendo explícito, según el caso, el público objetivo de poblaciones en situación de mayor vulnerabilidad social y climática a ser atendido o beneficiado (SEMARNAT 2025).

La implementación de la ENCC a través de sus tres Componentes, sus Ejes Estratégicos y sus Líneas de Acción, es una tarea compartida por los tres órdenes de gobierno, la sociedad civil, el sector privado, la academia y los pueblos y comunidades, debido a ello, en la **Tabla II-29** se presentan las líneas de acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático con las que estará relacionado el Proyecto.

Consulta al Público

Tabla II-29. Vinculación del Proyecto con la Estrategia Nacional de Cambio Climático

Componente	Eje estratégico	Líneas de acción	Vinculación con el Proyecto
Adaptación	**A.3** Ecosistemas y biodiversidad	**A.3.1** Garantizar la protección, conservación, restauración, conectividad y uso sostenible de ecosistemas (bosques, selvas, sistemas costeros, marinos y riparios, humedales, entre otros) su biodiversidad y los servicios ambientales que proveen, con total respeto a la diversidad cultural.	Con el desarrollo del Proyecto se llevarán a cabo una serie de medidas enfocadas a la protección y conservación de los ecosistemas, su biodiversidad y los servicios ambientales que proveen, siendo algunas de ellas el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, la recuperación de cobertura forestal mediante actividades de reforestación, el manejo de residuos, y la protección de suelos contra agentes erosivos. Los impactos previstos y las medidas ambientales a implementar serán informadas a la SEMARNAT mediante el ingreso de la Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio Técnico Justificativo para la obtención de las correspondientes autorizaciones en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
		A.3.5 Desarrollar y aplicar herramientas y esquemas de análisis de la salud de los ecosistemas y de valoración económica de los servicios ambientales que proveen, así como de Monitoreo y Evaluación (M&E) de medidas de adaptación implementadas en los mismos, para dar seguimiento a su impacto y asegurar su efectividad.	Los ecosistemas que se presentan en el Área del Proyecto y sus alrededores han sido caracterizados para el desarrollo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), aunado a ello, en el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) requerido para obtener la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se realizará una valoración de los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas forestales en el Proyecto. La información obtenida en la MIA o la que se obtenga en el ETJ, serán la base de las medidas a implementar para la protección y conservación de los ecosistemas, su biodiversidad y los servicios ambientales que proporcionan.
		A.3.6. Desarrollar una estrategia que promueva la conectividad entre los ecosistemas terrestres, costeros y marinos, que favorezca su preservación, conservación y mantenimiento de procesos ecológicos regionales, así como la creación de ANP estatales y municipales, con respecto a aspectos bioculturales como el conocimiento, la herencia, la memoria y prácticas ecológicas vivas de los pueblos y comunidades indígenas y comunidades afromexicanas, y las comunidades locales, así como su formación de paisajes culturales.	Con el desarrollo del Proyecto se llevarán a cabo una serie de medidas enfocadas a la protección y conservación de los ecosistemas, su biodiversidad y los servicios ambientales que proveen, entre ellas la recuperación de cobertura forestal mediante actividades de reforestación. En ese sentido, y en común acuerdo con las autoridades estatales y/o municipales correspondientes, se podrán definir áreas de interés prioritario en las cuales se puedan implementar algunas de las acciones de reforestación, ya sea para el enriquecimiento de ecosistemas de las ANP cercanas al Proyecto, o para promover la conectividad entre los hábitats fragmentados.
		A.3.7 Fomentar la conservación y restauración de suelos a través de la aplicación de medidas que incluyan protección, biorremediación y regulaciones, que garanticen su manejo equitativo y sostenible.	En el Proyecto, se contempla la aplicación de diversas medidas con las que se propiciará la protección y conservación del suelo, las cuales estarán enfocadas principalmente a la prevención de su contaminación, la conservación o incremento de su fertilidad, y su protección contra los agentes erosivos.
	A.4 Hidrológico	**A.4.3** Impulsar el uso y extracción eficiente y sostenible de los recursos hídricos en todas las actividades y sectores productivos, así como en el ámbito urbano, mediante la incorporación de principios de economía circular que promuevan el tratamiento y la reutilización de las aguas.	Durante todas las etapas del Proyecto se tiene previsto el uso de agua para actividades constructivas, de mantenimiento o para servicios. Para ello, se asegurará que la adquisición del recurso sea a través de proveedores que cuenten con concesiones de aprovechamiento vigentes, y que se encuentren debidamente regularizados ante la CONAGUA. En alcance, se implementarán estrategias específicas para realizar un uso eficiente y consumo responsable del agua, como por ejemplo, la instalación de mingitorios secos y las charlas de concientización ambiental al personal, para promover el cuidado y ahorro de agua. Por otra parte, y toda vez que se generarán residuos fisiológicos; la recolección, transporte y disposición de aguas residuales, preferentemente se hará en Plantas de Tratamiento, a través de proveedores autorizados y regularizados para el manejo y transporte de este tipo de residuos. Con ello, se asegurará que las aguas residuales generadas por el Proyecto, previo a su

Consulta al Público

Componente	Eje estratégico	Líneas de acción	Vinculación con el Proyecto
			tratamiento correspondiente, podrán ser reutilizadas en algunas otras actividades de la región.
Mitigación	**M.1** Mitigación de gases de efecto invernadero para el sector generación de energía eléctrica	**M.1.1** Aumentar la participación de energías limpias en la generación eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional, bajo condiciones de confiabilidad, seguridad, calidad, continuidad y eficiencia, desde un enfoque de derechos humanos y perspectiva de género, para alcanzar los compromisos suscritos por el país.	La energía eléctrica que se producirá en el Proyecto será a partir de energías limpias como lo es la energía solar, la cual será suministrada al Sistema Eléctrico Nacional para el abastecimiento de energía a centros de consumo de cualquier tipo.
		M.1.4 Impulsar la transición energética justa y la reducción de emisiones de GyCEI en las Empresas Productivas del Estado, de acuerdo con sus capacidades, mediante la promoción de la eficiencia energética, el ahorro de energía y la utilización de energías limpias	La generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables como la energía solar que se obtendrá por el desarrollo del Proyecto, contribuirá a impulsar la transición energética en México, reduciendo emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.
		M.1.5 Fomentar la participación pública y privada en la generación de electricidad con fuentes limpias y renovables, en las regiones del país con mayor potencial y viabilidad económica, incluyendo de manera efectiva y oportuna a las comunidades locales que habitan los territorios con altos potenciales energéticos y respetando sus ecosistemas; que consideren los beneficios entre todas las entidades participantes, con perspectiva de género y culturalmente adecuada.	El Proyecto se llevará a cabo en una región con alto potencial eléctrico fotovoltaico, por lo que la producción de energía eléctrica mediante el uso de la energía solar es factible para su producción a nivel industrial. El desarrollo del Proyecto, en todas sus etapas, respetará el entorno ambiental y social en el que se establecerá, implementando para ello medidas para la protección del medio ambiente, así como medidas enfocadas al respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos que se presenten en la región.
		M.1.9 Asegurar el cumplimiento de las metas de generación de energía eléctrica mediante energías limpias, de acuerdo con la legislación mexicana vigente.	El Proyecto contribuirá al cumplimiento de las metas de generación de energía eléctrica mediante energías limpias, específicamente la energía solar la cual será la fuente con la que el Proyecto producirá energía eléctrica, aumentando además la capacidad de generación provenientes de fuentes renovables para el abastecimiento de la demanda actual y futura de energéticos.
		M.1.12 Aumentar la capacidad de generación eléctrica proveniente de fuentes limpias y renovables, priorizando la energía solar y eólica, y la generación distribuida y aislada bajo un enfoque de derechos humanos y perspectiva de género.	

II.7.4. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025 -2030

Este Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2025-2030, publicado en el DOF el 08 de septiembre de 2025, promueve tener un país más justo y sustentable, caracterizándose en ser incluyente al evaluar propuestas sobre conservación y aprovechamiento, gobernanza, restauración, agua, acción climática y economía circular, así como la generación de foros que marcan "*el esfuerzo colectivo por avanzar hacia una política ecológica y ambiental humanista, que ponga al centro la justicia ambiental, la conservación de nuestras Áreas Naturales Protegidas y la participación activa de las comunidades.*"

El PROMARNAT 2025-2030 tiene su fundamento y congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, en virtud de que en este programa sectorial se establecen objetivos, metas, acciones y mecanismos de evaluación tendientes a proveer la ejecución del Eje General 4 "Desarrollo

Consulta al Público

sustentable", específicamente en los objetivos 4.3, 4.5 y 4.6. Asimismo, el PROMARNAT 2025-2030 se encuentra estrechamente vinculado con los tratados y acuerdos internacionales de los que México forma parte, entre los cuales se encuentran referenciados: Convenio sobre la Diversidad Biológica enfocado en la conservación de la biodiversidad; Convención Marco sobre el Cambio Climático (y Acuerdo de París sobre el cambio Climático) con interés en la mitigación y adaptación al cambio climático; Convenios de Basilea, Estocolmo y Rotterdam, con un enfoque en el manejo de residuos y sustancias químicas peligrosas; Protocolo de Montreal con el objetivo de la protección de la capa de ozono; Convenio Ramsar enfocado en la conservación de humedales; y Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres para la regulación del comercio internacional de especies en peligro.

El PROMARNAT 2025-2030 contribuirá con los objetivos establecidos por el nuevo gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 como parte del Eje General 4 Desarrollo Sustentable. Sus Objetivos, Estrategias y Líneas de acción están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación, protección, uso sustentable y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, del manejo sustentable del agua, de la acción climática, la economía circular y una gobernanza eficaz, en aras de la recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país.

El actuar del PROMARNAT se inspira y tiene como base la "República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales" y la "República con derecho al agua", en el marco de los 100 Compromisos para el Segundo Piso de la Cuarta Transformación, así como los 10 principios de la Política Ecológica y Ambiental Humanista.

El PROMARNAT cuenta con 5 objetivos, 24 estrategias y 116 líneas de acción, y en relación con el Proyecto, se vincula de acuerdo con lo que se presenta en la **Tabla II-30**.

Tabla II-30. Vinculación del Proyecto con el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025 – 2030

Objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 1.- Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas.	
Estrategia 1.2. Detener la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, combatiendo sus causas, con la coordinación de la Administración Pública Federal y la participación de otros órdenes de gobierno y la sociedad. **Línea de acción 1.2.1. -** Disminuir la deforestación y el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, fortaleciendo la aplicación de la normatividad y el compromiso de los sectores social y productivo, a fin de evitar la pérdida de biodiversidad, reducir la emisión de gases	El Proyecto desde su etapa de planeación, prioriza la selección de sitios previamente impactados o con uso de suelo compatible, disminuyendo el uso de terrenos forestales y, en consecuencia, la deforestación y el cambio de uso de suelo en áreas con cobertura vegetal forestal, debido a ello, para el desarrollo del Proyecto se contempla la remoción de vegetación forestal en 83.936 ha (20.6 % del área total del Proyecto), y para lo cual, el Promovente solicitará a la autoridad competente su autorización ingresando para ello, entre otros requerimientos, un Estudio Técnico Justificativo (ETJ), en el que

Consulta al Público

Objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa	Vinculación con el Proyecto
de efecto invernadero, el deterioro de los recursos hídricos y la vulnerabilidad climática.	se especificarán las medidas a implementar para que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. Además de las medidas ambientales que se especificarán en el ETJ, en el Capítulo IV de la presente MIA-R, se establecen diversas medidas que contribuirán a evitar la pérdida de biodiversidad, reducir la emisión de gases de efecto invernadero, el deterioro de los recursos hídricos y la vulnerabilidad climática, entre ellas la implementación de los Programas de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, así como de Reforestación.
Objetivo 2.- Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales, con enfoque interdisciplinario, intersectorial y con la participación de comunidades locales, indígenas y afromexicanas, basado en principios de igualdad, inclusión y justicia ambiental.	
Estrategia 2.1. Restaurar ecosistemas terrestres, acuáticos, costeros, marinos e insulares degradados, priorizando soluciones basadas en la naturaleza e innovación tecnológica, para recuperar la biodiversidad, mejorar medios de vida y promover la adaptación climática en comunidades, en coordinación con otros órdenes de gobierno y la sociedad. **Línea de acción 2.1.3. -** Promover la restauración de ecosistemas marinos, costeros e insulares degradados, especialmente manglares y sistemas prioritarios por su biodiversidad, para contribuir a su recuperación, conservación y fomentando el aprovechamiento sustentable para las comunidades dependientes.	Toda vez que el área de Proyecto coincide con ecosistemas de importancia y prioritarios para su conservación, como lo es el caso de la AICA-150: Centro de Veracruz, la RHP-77: Río La Antigua, y la RMP-49: Laguna Verde-Antón Lizardo y que como parte de las medidas de control, prevención, mitigación y de compensación de impactos ambientales se considera la implementación de Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, así como el de Reforestación; se promoverá y coadyuvará en las acciones de recuperación y restauración del ecosistema dentro del cual se desarrollará el Proyecto.
Estrategia 2.3. Recuperar especies nativas de importancia ecológica y/o económica, a través de programas de reproducción y reintroducción en sus hábitats naturales y de prevención y control de especies exóticas invasoras, con la participación de todos los sectores de la sociedad. **Línea de acción 2.3.1. -** Impulsar la conservación, protección y recuperación de especies prioritarias, en riesgo, nativas y su hábitat dentro de áreas naturales protegidas y otras zonas naturales, considerando el conocimiento tradicional y fomentando la participación de las comunidades locales, indígenas y afromexicanas. **Línea de acción 2.3.4. -** Promover acciones de prevención ambiental para reducir el impacto de las actividades productivas sobre las poblaciones de especies silvestres y sus hábitats, con participación de la APF, otros órdenes de gobierno, sectores productivos y comunidades locales, indígenas y afromexicanas.	En todas las etapas del Proyecto se implementarán medidas y Programas Ambientales para la conservación, protección y recuperación de especies silvestres y sus hábitats, con el objetivo de prevenir, reducir o compensar los efectos negativos esperados por el desarrollo del Proyecto. Ejemplo de ello será la implementación de Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre. Asimismo, el Proyecto considera la participación de personas pertenecientes a las comunidades locales como parte de la contratación de mano de obra, siendo de gran utilidad el conocimiento tradicional sobre las especies de la región, fomentando además el intercambio de conocimiento tradicional – científico y fortaleciendo la apropiación social de las acciones de conservación en las comunidades en las que se ubicará el Proyecto.
Objetivo 3.- Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad.	
Estrategia 3.2. Fomentar el uso sustentable del agua en los sectores consumidores, a fin de reducir la presión hídrica sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad. **Línea de acción 3.2.2.-** Fomentar la reutilización del agua residual tratada para riego agrícola y otros usos que no requieran agua de primer uso y utilizar fuentes alternas de abastecimiento. **Línea de acción 3.2.3.-** Promover el uso eficiente del agua en todos los sectores usuarios, a fin de reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento. **Línea de acción 3.2.5.-** Promover el manejo integral y sustentable del agua en procesos productivos y de servicio mediante programas de cumplimiento voluntario.	De acuerdo con la disponibilidad de agua en la región, se contemplará la utilización de agua residual tratada principalmente para actividades de manejo de polvos durante la etapa constructiva, obteniendo dicho recurso a través de empresas autorizadas con permisos vigentes, los cuales avalen el origen y la calidad del agua residual tratada, así como la distribución de esta. Con el fin de reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento de agua, durante todas las etapas del Proyecto se impartirán pláticas de concientización ambiental sobre la importancia del recurso hídrico y su gestión dentro del Proyecto, con lo cual se promoverá que el personal haga un uso racional del agua en el trabajo, así como en su uso personal. En caso de ser factible, se evaluará la incorporación de un programa de cumplimiento voluntario ante la autoridad competente.

Consulta al Público

Objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 4.- Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.	
Estrategia 4.2. Fortalecer la capacidad adaptativa de poblaciones, ecosistemas, actividades productivas, recursos hídricos e infraestructura estratégica ante el cambio climático, mediante soluciones basadas en la naturaleza, con visión de largo plazo y enfoque de derechos humanos, justicia ambiental e igualdad. **Línea de acción 4.2.2.-** Promover acciones para reducir la vulnerabilidad y el riesgo climático, aumentando la resiliencia de la población, infraestructura estratégica y sistemas productivos, mediante la construcción de infraestructura de protección, soluciones basadas en la naturaleza y enfoques de adaptación climática. **Línea de acción 4.2.4.-** Diseñar e implementar estrategias para la restauración y conservación de los ecosistemas marinos, costeros, insulares y de humedales, así como fortalecer la resiliencia de la población, la infraestructura y las actividades productivas frente al cambio climático.	Para aumentar la resiliencia de la población al cambio climático, el Proyecto contempla la inclusión de grupos vulnerables en su fuerza laboral, la no discriminación y el respeto a los derechos de los trabajadores, con lo cual se proporcionarán al personal recursos y servicios para hacer frente a la problemática asociada al cambio climático. En lo respectivo al componente ambiental, las estrategias estarán enfocadas principalmente a la reforestación y/o restauración de ecosistemas, así como a la gestión del agua y de los residuos que se generen en el Proyecto, lo que coadyuvará en las estrategias para la restauración y conservación de los ecosistemas involucrados. Adicionalmente, el Proyecto al consistir en la generación de energía eléctrica a través de energía solar, contribuirá a reducir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero en el sector eléctrico, favoreciendo con ello la mitigación de efectos del cambio climático en la población y en los ecosistemas.
Estrategia 4.4. Promover políticas que impulsen la economía circular para reducir la presión sobre los recursos naturales, mejorar la gestión de los residuos, evitar la contaminación y crear oportunidades económicas, con la participación de los diferentes sectores sociales, productivos y otros órdenes de gobierno. **Línea de acción 4.4.1.-** Fomentar la adopción de patrones de producción y consumo con enfoque de economía circular y con menor huella ambiental, así como estilos de vida sostenibles basados en el uso eficiente de los recursos y con menores impactos ambientales. **Línea de acción 4.4.2.-** Fomentar acciones de prevención, reducción y aprovechamiento de residuos para reducir la dependencia de materias primas vírgenes en las cadenas productivas, incluyendo la reutilización de biomasa para la generación de bioenergía. **Línea de acción 4.4.5.-** Promover acciones de manejo adecuado de residuos peligrosos (incluyendo plaguicidas, agroquímicos y sus residuos) y de manejo especial para su minimización, valorización y reciclaje, así como establecer medidas de control de los movimientos transfronterizos.	El Proyecto considera durante todas sus etapas la implementación tanto de un Programa de Educación Ambiental, a través del cual se realizará la concientización continua de todo el personal participante respecto la implementación de acciones y estrategias de consumo encaminadas a lograr la economía circular, así como minimizar la generación de residuos, mediante un Programa de Manejo de Residuos (RSU, RME y RP), el cual promoverá acciones de manejo adecuado para cada uno de los residuos que se generen en apego a la normatividad ambiental aplicable. De esta manera, el Programa contemplará actividades de identificación y clasificación, acopio, almacenamiento, transporte y recolección, y envío a disposición final de los residuos que se generen durante las actividades relacionadas con el Proyecto. En aquellos residuos que sea factible se priorizará su reutilización o reciclaje. Es preciso mencionar que en el Proyecto se establecerán medidas de control y trazabilidad para el manejo y transporte de residuos, a través de registros, bitácoras y manifiestos de entrega, transporte y disposición final, asegurando con ello el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.
Objetivo 5.- Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental, respaldada por una cultura ambiental e información relevante para la toma de decisiones, con enfoque territorial.	
Estrategia 5.6. Promover estrategias de educación, capacitación, cultura y comunicación ambiental que contribuyan en la formación de una sociedad sensible, consciente y responsable del medio ambiente, con la participación de otros órdenes de gobierno y del sector social. **Línea de acción 5.6.3.-** Promover una cultura del cuidado del ambiente para la concientización sobre la importancia de la prevención ambiental y el respeto a la legalidad ambiental. **Línea de acción 5.6.4.-** Incorporar el conocimiento tradicional y la participación activa de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y otras poblaciones prioritarias en el diseño, implementación y monitoreo de estrategias y medidas de adaptación al cambio climático.	El Proyecto promoverá una cultura de cuidado ambiental y cumplimiento de la normatividad vigente, mediante la capacitación constante del personal, la aplicación de Programas Ambientales y la difusión de buenas prácticas encaminadas a la prevención de impactos ambientales durante todas sus etapas. Asimismo, el desarrollo del Proyecto considera la participación de personal perteneciente a las comunidades locales, incorporando el conocimiento tradicional sobre las condiciones ambientales del sitio del Proyecto y fomentando su participación en acciones de seguimiento y adaptación al cambio climático, con lo cual se contribuirá al fortalecimiento del cuidado ambiental en las comunidades aledañas al Proyecto.

Consulta al Público

II.8. CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES

II.8.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), creada en 1992, es el organismo de la ONU encargado de establecer las bases para la acción internacional conjunta en cuanto a mitigación y adaptación al cambio climático, con el objetivo último de lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenos peligrosas en el sistema climático. Esta Convención es la base de un régimen jurídico que entra en vigor el 21 de marzo de 1994 como un instrumento vinculante, es decir establece una obligación de todas las disposiciones mencionadas, y es a partir de este marco que se subordinan el Protocolo de Kyoto y posteriormente el Acuerdo de París (ICAyCC – UNAM, 2021).

- **Protocolo de Kyoto.** Adoptado durante la Tercera Conferencia de las Partes (COP 3) celebrada en la ciudad de Kyoto, Japón, en 1997, en aras de alcanzar el objetivo último de la CMNUCC. Este instrumento entró en vigor en 2005, comprometiendo a los países industrializados a reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI): dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Así mismo, establece una serie de mecanismos de mercado como: Comercio de Derechos de Emisiones, Implementación Conjunta y Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) (SEMARNAT, 2015a).
- **Acuerdo de París.** Adoptado durante la COP 21 en París Francia en el año 2015, con el objeto de reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza. Entró en vigor el 4 de noviembre de 2016, definiendo tres principales metas: a) mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático; b) aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y c) Situar los flujos financieros

Consulta al Público

en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, así como los Protocolos de Kyoto y el Acuerdo de París han sido firmados y ratificados por el Gobierno de México, debido a ello, debe de acotarse al cumplimiento de los objetivos y compromisos adquiridos con la adopción de dichos instrumentos.

Al respecto, y tal como se estableció en la Ley General de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Cambio Climático, instrumentos del marco legal del Gobierno de México para hacer frente al cambio climático considerando sus compromisos internacionales; con la implementación del Proyecto, debido a que consistirá en la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables como la energía solar, se aumentará el uso de tecnologías limpias como una alternativa al uso y consumo de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, lo que permitirá la disminución de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, contribuyendo al cumplimiento del Gobierno de México con la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático así como al Acuerdo de París, con respecto a la regulación de sus emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

II.8.2. Convención sobre los humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR)

De acuerdo con la SEMARNAT (2015) el énfasis inicial de la Convención fue la conservación y el uso racional de los humedales sobre todo como hábitat de aves acuáticas, sin embargo, con los años la Convención ha ampliado su alcance hasta abarcar la conservación y el uso racional de los humedales en todos sus aspectos, reconociendo que los humedales son ecosistemas extremadamente importantes para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas.

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986, contando actualmente con 144 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas, los cuales incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

De los sitios Ramsar con los que cuenta México, y como se especifica en el apartado **II.4.2** (…) *dentro del Área del Proyecto o en sus alrededores no se encuentra alguno de ellos, siendo los de mayor cercanía el Sitio Ramsar 1346: Área Natural Protegida Parque Nacional Sistema Arrecifal*

Consulta al Público

Veracruzano, que se ubica aproximadamente a 10 km del Área del Proyecto y, el Sitio Ramsar 1450: Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz, ubicada aproximadamente a poco más de 13 km, debido a ello, no se tendrá afectación alguna a este tipo de hábitats, respetando con ello la protección y conservación que se estipula en la Convención sobre los humedales de Importancia Internacional.

II.8.3. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)

La CITES es un convenio internacional jurídicamente vinculante del que México es Parte desde 1991, está obligado a implementar y adecuar a su legislación nacional. Adoptada el 3 de marzo de 1973 en Washington, E.U.A., entró en vigor el 1° de julio de 1975 y fue hasta el 2 de julio de 1991 en el que México se adhirió a ella. La Convención es un acuerdo internacional concertado entre diversos gobiernos, y tiene por objeto contribuir a la conservación de las especies amenazadas sujetas al comercio internacional, así como al aprovechamiento sustentable y la conservación de la biodiversidad (SEMARNAT, 2015c).

En México existen tres autoridades CITES: la autoridad administrativa representada por la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT), la autoridad científica por la CONABIO y la autoridad de aplicación de Ley por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Las especies CITES se agrupan en Apéndices según el grado de amenaza debido al comercio internacional. Los Apéndices I, II y III de la Convención son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva. La última actualización de estos Apéndices entró en vigor el 5 de marzo de 2026.

En el Apéndice I se incluyen aquellas con mayor grado de peligro. En el Apéndice II están las especies no necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En el Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie, pero necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal.

El Proyecto no guarda relación con este instrumento, toda vez que durante todas sus etapas, no se realizarán aprovechamientos de flora y fauna silvestre, ni alguna actividad relacionada con el comercio internacional de especies presentes en el área de la central fotovoltaica o sus alrededores. Para fines de conocimiento, en el Capítulo III de la presente MIA-R se identificaron las especies listadas en algunos de los apéndices antes referidos. No obstante, mediante la aplicación

Consulta al Público

de medidas preventivas tales como: ejecución de un Programa de Rescate y Reubicación de especies silvestres de interés o prioritarias, siendo éstas las identificadas en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las enlistadas en los Apéndices de la CITES o en la Lista Roja de la UICN; así como la ejecución de un Programa de Capacitación a los trabajadores empleados en el Proyecto, y la Supervisión Ambiental en sitio durante el desarrollo de las etapas que lo conforman; se coadyuvará para evitar un aprovechamiento ilegal de especies de flora y/o fauna silvestre, listadas o no dentro de los apéndices del convenio citado.

II.8.4. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

La UICN fue fundada en octubre de 1948 como la 'International Union for the Protection of Nature' (IUPN) luego de una conferencia internacional en Fontainebleau, Francia. En 1956, la organización cambió su nombre a 'International Union for Conservation of Nature and Natural Resources' con las siglas IUCN (Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources – UICN, en francés). El objetivo de la UICN es alentar y ayudar a la sociedad a conservar la integridad y diversidad de la naturaleza, y asegurar que cualquier utilización de los recursos naturales se haga de manera equitativa y ecológicamente sostenible (SEMARNAT, 2015d).

Dentro de las herramientas para la conservación de la naturaleza con las que cuenta la UICN, la Lista Roja de Especies Amenazadas se ha convertido en una poderosa herramienta para informar y catalizar la acción en favor de la conservación de la biodiversidad y el cambio de políticas, fundamental para proteger los recursos naturales que necesitamos para sobrevivir, brindando información sobre distribución, tamaño poblacional, hábitat y ecología, uso y/o tráfico, amenazas, y acciones de conservación que ayudarán a informar decisiones de conservación necesarias (IUCN, 2025).

Considerando la importancia de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN para la conservación de la naturaleza, durante las diversas actividades que se lleven a cabo en el Proyecto, aquellas especies de flora y fauna que correspondan a las categorías de mayor atención en la Lista Roja, serán consideradas como especies prioritarias para su protección, por lo que se incluirán en las actividades de rescate y reubicación, vigilando en todo momento que estas especies no sean capturas o colectadas con fines comerciales, o que sean sujetas a actividades de cacería.

Consulta al Público

II.8.5. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales

Este Convenio fue adoptado en Ginebra, Suiza, por la 76ª Conferencia Internacional del Trabajo, en junio de 1989. Considera normas anteriores promulgadas también por la OIT, especialmente el Convenio núm. 107 adoptado en 1957, aplicable a los pueblos tribales en países independientes cuyas características especiales los distinguen de otros sectores de la colectividad nacional y a aquellos pueblos, también en países independientes, considerados indígenas debido a su ascendencia.

El Convenio entró en vigor el 6 de septiembre de 1991, 12 meses después de que las ratificaciones de los dos primeros Estados (Noruega y México) fueron registradas. Para México, además de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), y con base en el artículo 1 Constitucional, el Convenio 169 de la OIT es el instrumento fundamental que señala los derechos mínimos que tienen los pueblos indígenas.

El artículo 7 numeral 3 del Convenio 169, determina que los Estados deberán velar por que, siempre que haya lugar, "se efectúen estudios, en cooperación con los pueblos interesados, a fin de evaluar la incidencia social, espiritual y cultural y sobre el medio ambiente que las actividades de desarrollo previstas puedan tener sobre esos pueblos".

Asimismo, la Corte Interamericana de Derechos Humanos reconoció el deber estatal de garantizar a los pueblos indígenas su participación en el proceso de valoración y autorización de estudios de impacto ambiental.

En ese sentido, aunque las autorizaciones de impacto ambiental no privan –de manera directa ni inmediata– el derecho de tales pueblos sobre la disposición de los recursos naturales que se encuentren en su territorio, lo cierto es que la sola posibilidad de afectación hace necesario que se les deba consultar en forma previa.

De acuerdo con el INPI y la consulta realizada en el Catálogo Nacional de Pueblos Indígenas y Comunidades Indígenas y Afroamericanas, el Proyecto no se ubicará en áreas que afecten a pueblos o a comunidades indígenas, toda vez que dentro del territorio correspondiente al municipio de La Antigua, Veracruz de Ignacio de la Llave, no se tiene registrada su presencia. En tal sentido, se considera que no es aplicable la consulta indígena prevista en el artículo 2, apartado B, fracción IX, de la CPEUM y el Convenio 169 citado. No obstante, se desarrollará la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético con fundamento en las disposiciones definidas en la Ley del Sector Eléctrico aplicables al desarrollo del Proyecto.

Consulta al Público

II.8.6. Agenda 2030

El 25 de septiembre de 2015, la Asamblea General de la ONU, integrada por los 193 miembros de la Organización, adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en su resolución 70/1.

La Agenda 2030 plantea 17 Objetivos con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las tres dimensiones del desarrollo sostenible, a saber: económica, social y ambiental. Es un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, que tiene también la intención de fortalecer la paz mundial y el acceso a la justicia.

Esta Agenda ha marcado un parteaguas respecto a los compromisos y obligaciones que cada Estado ha adquirido a través de diversos instrumentos internacionales. Constituye un plan de acción global que busca orientar las acciones de todos los países con miras a su realización en el año 2030. Sus objetivos se concentran en la plena realización de los derechos humanos, y pone énfasis en el cumplimiento de los Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales (DESCA).

En particular, el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 7 se enfoca en garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. Como objetivos cruciales que contribuyen tanto al desarrollo como al medio ambiente, para garantizar el acceso universal a electricidad asequible en 2030 es necesario invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, eólica y termal. Asimismo, se requiere ampliar las infraestructuras y mejorar la tecnología para suministrar energía limpia a todos los países en desarrollo.

El ODS 8 pretende promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, así como el empleo y el trabajo decente para todos, mientras que el ODS 9 pretende construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.

Con respecto al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 13 este se enfoca a adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, teniendo entre otros objetivos el de la reducción de gases de efecto invernadero (GEI), fomentando la reducción de emisiones en los sectores productivos.

Es ese sentido, el Proyecto es vinculante con Agenda 2030, toda vez que muestra total congruencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7, 8, 9 y 13, ya que consiste en la generación de energía eléctrica a través de una fuente renovable como es la energía solar, ampliando la infraestructura para suministrar energía limpia para abastecer la demanda actual y futura de energéticos, y promoviendo la innovación tecnológica en la generación de energía renovable, al mejorar la infraestructura eléctrica de la región y fomentar la adopción de tecnologías de punta,

Consulta al Público

como el sistema BESS. Al reemplazar la generación eléctrica basada en combustibles fósiles, el Proyecto contribuirá a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector eléctrico. Además, el Proyecto generará empleos locales durante la preparación del sitio, su construcción y operación, contribuyendo al desarrollo económico de la región y beneficiando a diversas industrias locales.

II.9. LEGISLACIÓN ESTATAL

II.9.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Veracruz de Ignacio de la Llave

Publicada en la Gaceta Oficial del Estado, órgano del Gobierno Constitucional del Estado de Veracruz-Llave, el 25 de septiembre de 1917 y con su última reforma el 04 de mayo de 2026, se presenta en la **Tabla II-31** la vinculación con el presente Proyecto.

Tabla II-31. Vinculación del Proyecto con la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Veracruz Ignacio de la Llave

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 8.- Los habitantes del Estado tienen derecho a vivir y crecer en un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y sustentable, para su bienestar y desarrollo humano. Las autoridades desarrollarán planes y programas destinados a la preservación, aprovechamiento racional y mejoramiento de los recursos naturales, de la flora y la fauna existentes en su territorio, así como a la prevención y combate a la contaminación ambiental. Asimismo, realizarán acciones de prevención, adaptación y mitigación frente a los efectos del cambio climático. Las personas serán igualmente responsables en la preservación, restauración y equilibrio del ambiente, así como en las acciones de prevención, adaptación y mitigación frente al cambio climático, disponiendo para tal efecto del ejercicio de la acción popular ante la autoridad competente, para que atienda la problemática relativa a esta narrativa (…).	El Proyecto se apegará a los lineamientos y directrices establecidos en los diferentes Planes y Programas de carácter ambiental que sean de alcance y aplicación. Aunado a ello, durante las diferentes etapas de ejecución del Proyecto, se implementará una serie de medidas de control para la prevención, corrección, mitigación y/o compensación sobre los diferentes aspectos ambientales (flora, fauna, suelo, aire, agua), con las cuales se contribuirá a un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y sustentable.
Artículo 71.- Los ayuntamientos están facultados para aprobar, de acuerdo con las leyes que expida el Congreso Estatal, los bandos de policía y gobierno; los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal. Las leyes a que se refiere el párrafo anterior deberán establecer que: I. (…) **XI.** Los ayuntamientos tendrán a su cargo las siguientes funciones y servicios municipales: **a)** Agua potable, drenaje y alcantarillado **b)** Alumbrado público **c)** Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos (…) **XII.** Los ayuntamientos, conforme a las leyes, están facultados para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal; participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales; intervenir en la regulación de la tenencia de la tierra urbana; otorgar licencias y permisos para construcciones; participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia y en la formulación de Programas de Desarrollo Regional, así como intervenir en la formulación y aplicación de programas de transporte público de pasajeros cuando afecte su	El polígono del Proyecto forma parte del territorio de jurisdicción del municipio de La Antigua, Veracruz; por lo tanto, para el cumplimiento del presente artículo, se harán las gestiones necesarias para obtener las autorizaciones de construcción aplicables, así como la coordinación correspondiente para garantizar el adecuado manejo integral de los residuos no peligrosos que se generen durante las diferentes etapas del Proyecto.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
ámbito territorial y celebrar convenios para la administración y custodia de las zonas federales. Para tal efecto y de conformidad con los fines señalados en el párrafo tercero del artículo 27 de la Constitución Federal, expedirán los reglamentos y disposiciones administrativas que fueren necesarias.	

II.9.2. Ley Estatal de Protección Ambiental

Esta Ley fue publicada en la Gaceta Oficial Estatal, Órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave el 30 de junio de 2000 y su última reforma el 15 de mayo de 2026, tiene por objeto la conservación, la prevención y la restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y la procuración del desarrollo sustentable. En relación con la presente Ley el Proyecto se vincula de acuerdo con lo dispuesto en la **Tabla II-32**.

Tabla II-32. Vinculación del Proyecto con la Ley Estatal de Protección Ambiental

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 12.- Para la formulación y conducción de la política ambiental estatal y la aplicación de las medidas e instrumentos previstos en esta Ley, se observarán los siguientes principios: (…) **III.** Las autoridades del Estado, los Municipios, los particulares y demás actores de la sociedad, deben asumir la responsabilidad de la preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. **IV.** Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales. (…) **VII.** El aprovechamiento de los recursos naturales renovables, debe realizarse de manera que no ponga en peligro y asegure la permanencia de la diversidad y renovación de la flora y fauna. (…) **XII.** Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Las autoridades del Estado y sus Municipios, en los términos de ésta y otras leyes, tomarán las medidas para garantizar ese derecho. (…)	El Proyecto es de carácter federal y a través de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, ha presentado los argumentos técnicos y ambientales por medio de los cuales se determinará la viabilidad ambiental de su implementación y desarrollo. A partir de la resolución emitida se podrán evaluar y determinar las medidas e instrumentos previstos en esta Ley.
Artículo 39.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece y la Procuraduría controla las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades públicas y privadas, que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y conservar, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras y actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría y se someterán al control de la Procuraduría: **I.** Obra Pública Estatal **II.** Caminos estatales y rurales; (…) **VIII.** Cualquiera que por su naturaleza o ejecución puedan causar impacto adverso y que, por razón de la misma, no estén sometidas a la regulación de leyes federales.	El Proyecto es de carácter federal, por lo que para efectos de cumplimiento de la presente Ley, se somete a análisis, evaluación y determinación la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Regional.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Los ayuntamientos emitirán lineamientos para prevenir el impacto ambiental en los procedimientos de autorización de uso de suelo y licencias de construcción y operación, cuando se trate de obras que no sean competencia estatal o federal. Cuando se trate de la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades que tengan por objeto el aprovechamiento de los recursos naturales, la autoridad que corresponda requerirá a los interesados para que en su manifestación de impacto ambiental, incluyan la descripción de los posibles efectos de las obras o actividades en el ecosistema de que se trate, considerando el conjunto de elementos que lo conforman y no únicamente los recursos que serán sujetos de aprovechamiento. Cuando se haya obtenido previamente una autorización en materia de impacto ambiental, por parte de la autoridad federal, no se requerirá la autorización referida en el párrafo primero de este artículo, si en la resolución de dicha autoridad fue considerada la opinión correspondiente de la Secretaría.	
Artículo 46.- La Procuraduría, en coordinación con el Ayuntamiento y durante la realización y operación de las obras o actividades autorizadas, vigilará el cumplimiento de las medidas de mitigación o de las condicionantes, en los términos de la resolución correspondiente. La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de fianza que garantice el cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización en aquellos casos expresamente señalados en el Reglamento que al efecto se expida.	Toda vez que el Proyecto estará sujeto al cumplimiento de medidas de control, prevención, mitigación y compensación, así como a los Términos y Condiciones bajo los cuales se autorice, en materia de impacto ambiental; el Promovente estará en apertura total para el recibimiento de la Procuraduría o cualquier autoridad competente que, en el ámbito de sus atribuciones, decida realizar alguna visita de verificación sobre el cumplimiento de las responsabilidades en materia ambiental.
Artículo 52.- Para el otorgamiento de autorizaciones para usos del suelo y de licencias de construcción u operación, los ayuntamientos exigirán la presentación de la resolución en materia de evaluación de impacto ambiental que autoriza, en las obras o actividades a que se refieren los Artículos 39 de esta Ley y 28 de la Ley General.	En el momento en que se requiera realizar trámites para la obtención de permisos o licencia para el desarrollo del Proyecto, se cumplirá con todos los lineamientos a que refiera cada uno de los permisos o licencias en cuestión, incluyendo, si fuera el caso, la copia de la Autorización en Materia de Impacto Ambiental que tenga a bien emitir la SEMARNAT.
Artículo 109.- Queda prohibido en el Estado el tráfico de especies y subespecies silvestres de flora o fauna, terrestres o acuáticas, de conformidad con las Convenciones Internacionales en la materia ratificadas por el Senado de la República, las Normas Oficinales Mexicanas aplicables y con criterios y normas técnicas ambientales estatales.	El desarrollo del Proyecto no involucra ningún tipo de aprovechamiento de especies de flora o fauna silvestres. Por el contrario, para asegurar el correcto manejo de este tipo de ejemplares, se implementarán Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre.
Artículo 120.- En las licencias o permisos que se expidan para la utilización del suelo, se aplicarán los criterios para prevenir y controlar la contaminación, respetando según sea el caso lo ordenado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y en esta Ley, así como de las disposiciones que de ella emanen.	En las diferentes etapas del Proyecto se tiene prevista la generación de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso). No obstante, para asegurar que no se generará contaminación de suelo, se implementará un Programa de Manejo de Residuos, en el cual se considerarán los lineamientos y directrices establecidos en la LGPGIR y su Reglamento, para asegurar un adecuado manejo integral para cada tipo de residuo.
Artículo 123.- Para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I. (…) **II.** La emisión de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes naturales o artificiales, fijas o móviles, debe ser reducida y controlada para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico	El Proyecto generará energía eléctrica a partir del aprovechamiento de energías renovables por medio de módulos fotovoltaicos. Por lo tanto, no se contará con fuentes fijas emisoras de compuestos y gases de efecto invernadero o partículas contaminantes a la atmósfera. Durante las diferentes etapas de Proyecto, para las obras y actividades a desarrollar, se hará uso de vehículos, maquinaria y equipos, los cuales corresponden a fuentes móviles de emisión de contaminantes. Para controlar y disminuir las emisiones a la atmósfera, mediante la implementación de los mantenimientos preventivos que correspondan se asegurarán las óptimas condiciones de funcionamiento de cada unidad involucrada. Además, para el caso específico de los vehículos, éstos se someterán al Programa de Verificación Estatal, con lo cual se asegurará que la emisión de gases contaminantes se mantenga dentro de los límites máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 127.- En las zonas que se hubieran determinado como aptas para uso industrial, próximas a áreas habitacionales, las autoridades estatales y municipales, promoverán la utilización de tecnologías y combustibles que generen menor contaminación.	Respecto a la ubicación del Proyecto, las dos localidades más próximas se encuentran a una distancia de 1-1.5 km. No obstante, y toda vez que el Proyecto consistirá en la producción de energía eléctrica limpia, a través de una central fotovoltaica, no se representan riegos significativos de contaminación a la calidad de aire, ya que no se usarán combustibles fósiles para generación de energía.
Artículo 139.- Los propietarios de los vehículos automotores de uso privado y de servicio público empadronados, registrados, emplacados o autorizados para circular por las autoridades correspondientes del Estados, deberán: **I.** Realizar el mantenimiento regular de las unidades, mantener en buenas condiciones a efecto de mantener el funcionamiento del vehículo dentro de los límites permitidos de emisiones señalados en la normatividad aplicable **II.** Verificarlos periódicamente en los centros de verificación o en los verificentros concesionados por la Secretaría, analizando las emisiones de contaminantes a la atmósfera, las cuales no deberán rebasar los límites máximos permisibles, de acuerdo con los programas, mecanismos y disposiciones establecidos en el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria expedido por la Secretaría. (…) **IV.** Cubrir el costo de la tarifa por verificación vehicular, en los términos del Código de Derechos para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, el Programa de Verificación Obligatoria y los títulos de concesión respectivos, según corresponda; en caso de que la verificación se realice fuera de los plazos que se establezcan en el Programa de Verificación Obligatoria, el infractor deberá cubrir a la Secretaría de Finanzas y Planeación o a la tesorería municipal, cuando exista convenio de coordinación, una sanción por un monto de veinte a cincuenta días de salario mínimo general vigente en el área geográfica que corresponda y con dicho comprobante de pago podrá acudir a verificar su vehículo cubriendo el monto correspondiente por la verificación del período omitido. Los propietarios de vehículos que no estén registrados en el padrón vehicular del Estado pero cuya residencia y tránsito cotidiano sean en territorio veracruzano, podrán verificar de manera voluntaria sus vehículos en términos de lo que establezca el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria.	Durante todas las etapas del Proyecto se usarán vehículos para la movilidad del personal participante y la ejecución de obras y actividades. Por lo tanto, para asegurar el óptimo funcionamiento de cada unidad, se contará con un inventario de las unidades en Proyecto, a través del cual se vigilará que a cada una de ellas se le esté aplicando el mantenimiento preventivo conforme a las especificaciones del fabricante. Además, y toda vez que dentro del Estado de Veracruz se cuenta con el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio, se asegurará y supervisará que toda unidad vehicular que participe en el desarrollo del Proyecto, ya sea del Estado o foránea, cumpla con las verificaciones vehiculares según le corresponda, a fin de asegurar que con su funcionamiento se está cumpliendo las disposiciones de las Normas Oficiales Mexicanas, respecto a los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, por parte de fuentes móviles.
Artículo 147.- 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 sistemas acuáticos y costeros del Estado **II.** Corresponde al Estado y la sociedad prevenir y controlar la contaminación de aguas de jurisdicción estatal y aquellas que tenga concesionadas o asignadas por la Federación **III.** El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento previo de las descargas, a fin de reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y mantener el equilibrio de los ecosistemas. **IV.** Las aguas residuales de origen urbano deben de recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las del subsuelo. **V.** La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua. **VI.** El Estado promoverá ante la federación la protección de los ecosistemas acuáticos y el equilibrio de sus elementos naturales. **VII.** El aprovechamiento de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos, deben realizarse de una manera sustentable para no alterar el equilibrio ecológico. **VIII.** Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos, áreas boscosas, selváticas, el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua y la capacidad de los acuíferos.	Con el desarrollo del Proyecto, por las obras y actividades de preparación del sitio, construcción y mantenimiento, se podría ocasionar algún tipo de contaminación indirecta del agua, toda vez que se tiene prevista la generación de diferentes tipos de residuos y, además, al requerirse el uso de maquinaria pesada y combustibles, existe un posible riesgo de la ocurrencia de derrames menores de hidrocarburos. Ante dicho escenario, se prevé la implementación de medidas de control, prevención y mitigación para aquellas actividades con potencial de contaminación del agua. Para ello, se implementará un Programa de Manejo de Residuos, con el cual se asegurará el manejo integral tanto de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial, aguas residuales y peligrosos que sean generados, evitando así su dispersión en el medio y una mala disposición final de los mismos, toda vez que para ello se realizarán acciones de recuperación y acopio temporal de residuos, así como su disposición final en sitios autorizados, por medio de prestadores de servicios autorizados y regularizados ante las autoridades competentes. Aunado a ello, se contará con un protocolo de actualización y atención a emergencia ambientales, en el cual se definirán las directrices para la atención inmediata de derrames de hidrocarburos. Con las acciones a implementar se contribuirá y asegurará que el Proyecto no será una fuente de contaminación del agua de la región.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 153.- No podrán descargarse en los sistemas de drenaje y alcantarillado, aguas residuales, con excepción de las de origen doméstico, que contengan contaminantes, sin previo tratamiento o autorización de la autoridad respectiva en el que se justifique la necesidad de la misma.	En el Proyecto se generarán aguas residuales, a las que se les brindará un correcto manejo integral, desde su generación hasta su disposición final. Para ello, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se tiene previsto habilitar sanitarios portátiles en las áreas de trabajo, cuya cantidad estará en función del número de personal participante. Con esta acción se asegurará una adecuada contención de este tipo de residuos. Por otra parte, para la etapa de operación y mantenimiento, se tiene previsto que como parte de la infraestructura de las obras permanentes se instale el servicio de sanitarios, cuyas descargas de aguas residuales se harán hacia biodigestores y fosas sépticas herméticas, en las cuales se almacenará temporalmente las aguas residuales generadas, hasta el momento de su retiro del Proyecto. Para la disposición final de aguas residuales se contratará a un prestador de servicios debidamente autorizado en materia ambiental.
Artículo 164.- No podrán emitirse ruidos, vibraciones, energía térmica, energía lumínica ni olores, que rebasen los límites máximos contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas, así como establecido en los reglamentos, criterios y normas técnicas ambientales que expida la Secretaría. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica y lumínica, ruido o vibraciones, así como la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente (…).	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se hará uso de maquinaria pesada, por lo que se tiene prevista la emisión de ruidos y vibración en los sitios específicos donde se ejecuten actividades requeridas. Ante ello, se implementará una serie de medidas de control y prevención por posibles efectos nocivos que se pudieran ocasionar al personal participante o a la fauna silvestre. En el caso del personal, se proveerá del equipo de protección auditiva específico, con respecto al involucramiento con las fuentes emisoras; mientras que, para minimizar los efectos nocivos hacia la fauna silvestre, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación correspondiente. Como medida adicional, y para asegurar que las emisiones por ruidos, vibraciones o energía lumínica no rebasen los límites máximos permisibles, en la medida de lo posible, el desarrollo de obras y actividades se ajustará a turnos diurnos.
Artículo 173.- En el manejo y disposición de los residuos sólidos no peligrosos se deberá prevenir: **I.** La contaminación del suelo y del ambiente en general. **II.** Las alteraciones en los procesos biológicos de los suelos y demás componentes de los ecosistemas afectados. **III.** Las alteraciones en el suelo, y en general al medio ambiente y sus componentes, que afecten su aprovechamiento, uso o explotación. **IV.** Los riesgos directos e indirectos de daño a la salud.	Se implementará un Programa de Manejo de Residuos, dentro del cual se considera el manejo integral de los diferentes residuos sólidos urbanos que se generen por el desarrollo del Proyecto. El manejo integral asegura un correcto proceso de tratamiento de este tipo de residuos, desde su identificación, clasificación y segregación, almacenamiento temporal, hasta su recolección para un transporte seguro a sitios de disposición final establecido y autorizado para tal fin. Como parte de las estrategias para el cumplimiento de los objetivos del Programa de Manejo de Residuos, periódicamente se realizarán campañas de recolección de residuos sólidos urbanos dispersos en el Área del Proyecto, así como una correcta segregación para la recuperación de aquellos que puedan ser sometidos a procesos de valorización. Además, se realizarán pláticas de concientización con el personal participante, para reforzar temas de importancia sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, la disminución de la generación de residuos de un solo uso y las restricciones aplicables en Proyecto, respecto al manejo de este tipo de residuos.
Artículo 175.- Las facultades que se derivan de este Capítulo (Capítulo V; Manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos) serán ejercidas por: **I.** La Secretaría (…) **II.** Los municipios en: **A)** El manejo de residuos sólidos no peligrosos.	Para garantizar el adecuado manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos, se realizarán las gestiones correspondientes con las autoridades municipales para, en su caso, obtener los registros como generadores de residuos y las demás disposiciones específicas a las cuales se deba someter el manejo de este tipo residuos.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
B) El otorgamiento de autorizaciones a particulares para la disposición final de residuos sólidos no peligrosos, cumpliendo los lineamientos técnicos establecidos por la Secretaría en sitios que cumplan con la normatividad vigente y que tengan las autorizaciones correspondientes. **C)** La administración y operación de las instalaciones y confinamientos de dichos residuos cuando sean de propiedad municipal o bien la supervisión al concesionario de éstos. **D)** En la promoción de la racionalización de la generación de residuos adoptarán las medidas conducentes para incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje. **E)** Las demás atribuciones que se deriven de las disposiciones aplicables. (…).	
Artículo 197.- La Procuraduría o la autoridad municipal correspondiente realizarán los actos de inspección y vigilancia en cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento, así como las que del mismo se deriven.	El Promovente estará en apertura total para recibir y cooperar con la autoridad que corresponda, en el ámbito de sus competencias, cuando se pretenda realizar algún acto de inspección en el Proyecto.

II.9.3. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Esta Ley fue publicada en la Gaceta Oficial Estatal, órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, el 14 de julio de 2006 y su última reforma el 04 de febrero de 2019, tiene por objeto regular y fomentar las acciones de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento que se realicen sobre los ecosistemas forestales, los servicios ambientales que estos ofrecen, las cuencas hidrológico forestales y los recursos forestales maderables, independientemente del sitio en que se ubiquen estos últimos, para propiciar el desarrollo forestal sustentable de la Entidad. En relación con la presente Ley el Proyecto se vincula de acuerdo con lo dispuesto en la **Tabla II-33**.

Tabla II-33. Vinculación del Proyecto con la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 34.- La Secretaría, en los términos de los convenios y acuerdos de coordinación suscritos con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales podrá otorgar autorizaciones para: (…) **IV.** Autorizar el cambio de uso de suelo de los terrenos forestales; y **V.** Evaluar el impacto ambiental de las obras o actividades forestales atendiendo lo que se dispone en el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	El Proyecto es de competencia federal y para su desarrollo contempla la ejecución de cambio de usos de suelo en terrenos forestal, para lo cual se buscará la autorización al Estudio Técnico Justificativo que se presente ante la SEMARNAT, como parte de la información complementaria a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional. De acuerdo con ello, la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz podrá contribuir con la SEMARNAT para la revisión y evaluación de la información técnico ambiental que se presenta en los estudios ambientales a través de los cuales se pretende motivar la autorización del Proyecto.
Artículo 35.- Para que la Secretaría emita los dictámenes y las autorizaciones que se determinan en el Artículo anterior, deberá observar y exigir a los solicitantes el cumplimiento de la normatividad establecida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás	El Proyecto es de competencia federal y para su desarrollo somete a revisión y evaluación, ante la SEMARNAT, la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, con la finalidad de que dicha autoridad se pronuncie favorablemente. En alcance, y de acuerdo a lo que se determine por la SEMARNAT, se

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
disposiciones que de ella se derivan; de igual forma se apoyará en estas disposiciones para la procedencia de su suspensión, revocación o cancelación	someterá a evaluación y autorización las actividades de cambio de uso de suelo que se tienen previstas en el Área del Proyecto. Con ello se asegura que, tanto la gestión como la integración de los documentos técnico-ambientales se hicieron en cumplimiento de los procedimientos y normatividad aplicable.
Artículo 42.- Todo transporte de materias primas forestales dentro de la Entidad deberá realizarse bajo el amparo de la documentación oficial que para tal efecto se expida en términos de lo que se dispone en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones aplicables.	Aunque en el área de Proyecto se tiene prevista la ejecución de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, no se pretende realizar algún tipo de aprovechamiento de los recursos forestales resultantes, y que impliquen su transporte fuera del Proyecto. El aprovechamiento previsto será el tratamiento del residuo vegetal, mediante su trituración, picado y esparcido en los terrenos de interés dentro del Área del Proyecto, y con promover acciones de protección de suelo y recuperación de cobertura vegetal.
Artículo 77.- La prevención y vigilancia forestales, la atención de las denuncias, instauración de procedimientos administrativos, las visitas y operativos de inspecciones en terrenos diversos a lo forestal, determinación de medidas de seguridad, calificación y sanción de infracciones o en su caso denuncia de delitos que afecten ecosistemas diversos a los forestales, estará a cargo de la Procuraduría.	En caso de que la Procuraduría esté instruida para realizar algún acto de inspección y vigilancia en materia forestal dentro del Proyecto, el Promovente facilitará todos los medios para que los procesos de inspección y vigilancia se desarrollen sin ningún tipo de inconveniente en la materia.
Artículo 80.- Con base en los acuerdos y convenios establecidos entre la Federación y el Estado, éste podrá a través de la Secretaría, conforme a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, su Reglamento, así como en las Normas Oficiales Mexicanas, realizar operativos de inspección y determinar la aplicación de las medidas de prevención necesarias para el efectivo cumplimiento de las disposiciones legales.	El Promovente estará en apertura para atender cualquier visita de inspección o verificación que las autoridades correspondientes, en el ámbito de su competencia, tengan a bien ejecutar en Proyecto. Siempre y cuando dichos procedimientos estén debidamente fundamentados y motivados.
Artículo 86.- Son infracciones a lo establecido en esta ley: **I.** Realizar en terrenos diversos a los forestales o preferentemente forestales actividades de derribo, poda o aprovechamiento, en contravención de esta Ley, su reglamento o de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables; **II.** Obstaculizar al personal autorizado para la realización de visitas de inspección; (…) **VII.** Cambiar la utilización de los terrenos forestales, sin contar con la autorización correspondiente; (…) **XIII.** Transportar, almacenar, transformar o poseer materias primas forestales, sin contar con la documentación o los sistemas de control establecidos para acreditar su legal procedencia; (…) **XXIII.** Depositar residuos peligrosos en terrenos forestales o preferentemente forestales, sin contar con la autorización debidamente expedida para ello,	El Proyecto contempla la ejecución de algunas actividades de cambio de suelo en terrenos forestales, el cual previo a su ejecución deberá estar debidamente autorizado. Para ello, y en alcance a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, se presentará el Estudio Técnico Justificativo a través del cual se motive dicha autorización. Con base en los lineamientos establecidos en la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, y el propio ETJ, se implementarán las medidas de prevención, control, mitigación y compensación que contribuyan a no cometer infracciones en materia, tales como las consideradas en este Artículo 86.

II.9.4. Ley de Vida Silvestre para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Esta Ley fue publicada en la Gaceta Oficial Estatal, órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, el 12 de noviembre de 2009 y su última reforma el 4 de febrero de 2020, tiene por objeto regular el ejercicio de las atribuciones que, en materia de conservación y aprovechamiento de la vida silvestre y su hábitat, le corresponden al Estado y sus municipios, en cumplimiento a lo señalado por el artículo 10 de la Ley General de Vida Silvestre. En relación con la presente Ley el Proyecto se vincula de acuerdo con lo dispuesto en la **Tabla II-34**.

Consulta al Público

Tabla II-34. Vinculación del Proyecto con la Ley de Vida Silvestre para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 3.- Es deber de todos los habitantes del Estado conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses del Estado y de la Nación. Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados, en los términos prescritos en la Ley General, la presente Ley y demás disposiciones aplicables.	El desarrollo del Proyecto implica la ejecución de actividades para el cambio de suelo en terrenos forestales, lo que ocasionará la intervención y perturbación de la vida silvestre. Por lo tanto, para mitigación los efectos negativos que se pudieran ocasionar, previo y durante la ejecución de cambio de uso de suelo se implementarán acciones de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, coadyuvando así en la protección y conservación de la vida silvestre presente y característica del área de Proyecto.
Artículo 12.- Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se desarrolle la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat, así como de transferir esta prerrogativa a terceros. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	El Área del Proyecto involucra predios en los cuales se desarrolla la vida silvestre, sin embargo, con su ejecución no se pretenden realizar ningún tipo de aprovechamiento. Por el contrario, con la implementación de medidas de control y mitigación se busca contribuir a la protección y conservación de la vida silvestre presente en el Área del Proyecto, esto mediante el rescate y reubicación de la flora y fauna silvestre que se localice durante la ejecución de obras y actividades.
Artículo 34.- Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios. La Coordinación podrá aprobar el establecimiento de cercos no permeables y otros métodos como medida eventual 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.	Como parte del mecanismo de protección a los elementos y componentes del Proyecto, así como para la protección de personal ajeno, se contempla la instalación de un cerco perimetral. No obstante, de acuerdo con los registros de la fauna silvestre presente o en interacción con el área de Proyecto, se harán los ajustes necesarios en la infraestructura (por ejemplo, levantar algunos centímetros el tendido de la malla con respecto al nivel del terreno natural, o habilitar pasos de fauna sobre el mallado) con la finalidad permitir el libre paso, flujo e interacción de la fauna silvestre con el área de Proyecto y los terrenos circundantes.
Artículo 43.- El aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre en el Estado requiere de una autorización previa de la Coordinación, en la que se establecerá la tasa de aprovechamiento y su temporalidad. Los aprovechamientos a que se refiere el párrafo anterior podrán autorizarse para actividades de colecta, captura o caza, con fines de reproducción, restauración, recuperación, repoblación, reintroducción, traslocación, económicos o de educación ambiental.	Las medidas de prevención y mitigación enfocadas al componente de fauna silvestre involucran la captura, contención y reubicación (traslocación) de los ejemplares de fauna que se identifiquen susceptibles durante el desarrollo de obras y actividades en Proyecto. Para ello, el manejo de la fauna silvestre se hará a cargo de especialistas en la materia (biólogos, médicos veterinarios, etc.), siguiendo y aplicando los métodos, materiales y herramientas específicos para cada grupo de organismos, asegurando así un correcto manejo de los ejemplares. En alcance a ello, se consultará a la Coordinación, si por las acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre se requerirá algún tipo de autorización adicional al respecto, para en su caso cumplir los requerimientos establecidos para la obtención de dicha autorización.
Artículo 73.- Son infracciones a lo establecido en esta Ley: **I.** Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat; (…) **IX.** Emplear cercos u otros métodos para retener o atraer ejemplares de la vida silvestre, en contra de lo establecido en el artículo 33 de esta Ley; (…) **XII.** Trasladar ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre, sin la autorización correspondiente; (…)	La implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre y el Programa de Educación Ambiental contribuirán a fortalecer las directrices para la protección y conservación de la vida silvestre durante el desarrollo del Proyecto, lo que consecuentemente promoverá la reducción del riesgo de incurrir en las infracciones determinadas por el presente Artículo 73.

Consulta al Público

II.9.5. Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Esta Ley fue publicada en la Gaceta Oficial Estatal, órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, el 28 de junio de 2004 y su última reforma el 29 de noviembre de 2018, tiene por objeto regular la prevención de la generación y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que no sean considerados como peligrosos por la legislación federal de la materia. En relación con la presente Ley el Proyecto se vincula de acuerdo con lo dispuesto en la **Tabla II-35.**

Tabla II-35. Vinculación del Proyecto con la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 3.- Para el cumplimiento de los objetivos de la presente Ley y de las disposiciones que de ella emanen, son aplicables las definiciones contenidas en la Ley Estatal de Protección Ambiental, así como las siguientes: **I.** Acopio: Acción tendiente a reunir residuos en un lugar determinado y apropiado, para su recolección y posterior manejo o disposición final; **II.** Almacenamiento: Retención temporal de los residuos, en lugares propicios, para prevenir daños al ambiente, los recursos naturales y a la salud de la población, conforme a las disposiciones reglamentarias y normativas correspondientes; **III.** Aprovechamiento de residuos: Conjunto de acciones cuyo objetivo es mantener a los materiales que los constituyen en los ciclos económicos o comerciales, así como conservar en equilibrio los ciclos biológicos, mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reprocesamiento, reciclado y recuperación de materiales secundarios o de energía, con lo cual no se desperdicia su valor económico y se previene la contaminación del ambiente; **IV.** Composta: Proceso de descomposición de materia orgánica mediante la acción de microorganismos específicos y mezcla de tierra; **V.** Consumo sustentable: Conjunto de acciones que se realizan para elegir, adquirir y aprovechar al máximo el valor de los materiales usados en los productos comerciales, considerando la posibilidad de evitar el agotamiento de los recursos naturales, así como de prevenir o reducir la generación de residuos o la liberación de contaminantes al ambiente y los riesgos que esto conlleva; **VI.** Disposición final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir afectaciones a la salud de la población, así como a los ecosistemas y sus elementos; (…) **IX.** Gestión integral: Conjunto de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de residuos en las distintas etapas de su ciclo de vida, desde la generación hasta su disposición final, a efecto de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, de acuerdo con las necesidades y circunstancias de cada localidad o región; **X.** Generador de residuos: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo; (…) **XVI.** Manejo: Conjunto de acciones que involucran la identificación, acopio, almacenamiento, transporte, reutilización, reciclado, remanufactura, tratamiento y, en su caso, disposición final de residuos; **XVII.** Manejo Integral: Las actividades de reducción de la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social;	En todas las etapas del Proyecto se generarán residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para lo cual se implementará el Programa de Manejo de Residuos, en el que se establecerán las acciones y directrices a seguir para lograr el correcto manejo integral. En ese sentido, los conceptos definidos por la presente Ley se considerarán como guía para mejorar la integración del manejo de residuos en el Proyecto.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
(…) **XXIII.** Recolección: Acción que tiene por objeto trasladar los residuos hacia el vehículo o equipo que los conducirá a las instalaciones necesarias para su manejo o disposición final; (…) **XXIX.** Residuos de manejo especial: Aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos conforme a la normatividad ambiental vigente o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por macrogeneradores de residuos urbanos; **XXX.** Residuos sólidos urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas, de los productos que se consumen y de sus envases, embalajes o empaques; o que provienen de cualquier otra actividad que genere residuos con características domiciliarias; así como los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados como residuos de manejo especial; **XXXI.** Reutilización: El empleo de un material o residuo previamente empleado, sin que medie un proceso de transformación; (…) **XXXVIII.** Transporte: Traslado de materiales, subproductos o residuos de un lugar a otro; (…) **XLI.** Clasificación de residuos urbanos: Procedimiento de separación de los residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos reciclables y no reciclables; **XLII.** Residuos sólidos orgánicos: Todo desecho de origen biológico que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo y que no reúne las características para ser considerado como peligroso conforme a la normatividad ambiental vigente; **XLIII.** Residuos sólidos inorgánicos reciclables: Todo desecho que no es de origen biológico que puede reciclarse y no reúne las características para ser considerado como peligroso conforme a la normatividad ambiental vigente; y **XLIV.** Residuos sólidos inorgánicos no reciclables: Todo desecho que no es de origen biológico que no puede reciclarse y no reúne las características para ser considerado como peligroso conforme a la normatividad ambiental vigente.	
Articulo 18.- Es responsabilidad de los productores de bienes y de los consumidores el controlar la cantidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen como subproducto del consumo.	Durante el desarrollo del Proyecto se promoverán acciones para reducir el consumo y generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Dentro del Programa de Manejo de Residuos se establecerán directrices con las cuales se pueda recuperar aquellos residuos a los que se pueda dar valorización, a través de su reutilización o reciclaje, impactando directamente en la disminución de residuos puestos a disposición final. Por otra parte, a través del Programa de Educación Ambiental se buscará promover, entre el personal participante, un cambio de cultura en cuanto al consumo responsable de productos que generen residuos de un solo uso y que no puedan ser sometidos a procesos de valoración.
Artículo 20.- Los generadores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y quienes brinden servicios que involucren este tipo de residuos están obligados a: **I.** Procurar la reducción en el consumo de productos que eventualmente generen residuos sólidos urbanos y de manejo especial; **II.** Informarse y aplicar las diversas posibilidades en cuanto a reutilización, reciclado y biodegradación de los residuos generados; **III.** Informarse y aplicar las medidas y prácticas de manejo que les ayuden a prevenir o reducir riesgos a la salud, el ambiente o los bienes al desechar residuos; **IV.** Realizar o destinar los residuos a actividades de separación, reutilización, reciclado o composta, con el fin de reducir la cantidad de residuos generados; **V.** Entregar a los servicios de limpia, en los días y horas señalados, los residuos que no sean sometidos a reutilización, reciclado o composta;	La implementación del Programa de Manejo de Residuos contribuirá con el cumplimiento de las obligaciones estipuladas en el presente Artículo, toda vez que como parte de los objetivos del Programa se realizar acciones encaminadas a asegurar y garantizar un adecuado manejo integral de los residuos sólidos urbanos, para lo cual se tomará en consideración los puntos abordados en este Artículo 20.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
VI. Contar con un espacio destinado exclusivamente al acopio y almacenamiento de residuos sólidos urbanos, en condiciones seguras y ambientalmente adecuadas, cuando se trate de unidades habitacionales y de otros macrogeneradores de los mismos; (…) **VIII.** Instalar depósitos separados de residuos, según su tipo, y asear inmediatamente el lugar, en los casos de los propietarios o encargados de expendios, bodegas, comercios, industrias o cualquier otro tipo de establecimiento que, con motivo de la carga o descarga de la venta o consumo inmediato de sus productos, contaminen la vía pública; (…)	
Artículo 21.- Los generadores de residuos de manejo especial están obligados además a: **I.** Obtener el registro de la autoridad ambiental respectiva, así como el certificado ambiental correspondiente expedido por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente; **II.** Identificar, clasificar y segregar los residuos; **III.** Presentar un informe bienal y elaborar una bitácora que se conservará y mantendrá a la disposición de las autoridades competentes, en los que se asienten los datos acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos, según corresponda al tipo de generador; (…) **V.** Almacenar temporalmente los residuos dentro de sus instalaciones, de acuerdo con las medidas de seguridad que correspondan, según sus características y los tiempos que establezcan los ordenamientos jurídicos correspondientes. En cualquier caso, deberá prevenirse la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, así como el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de tales residuos, y disponer de los medios para contener fugas, derrames o incendios; (…) **VII.** Evitar el envío a disposición final, en celdas de confinamiento o en rellenos sanitarios, de residuos potencialmente reciclables, cuando su reciclado sea técnica y económicamente factible o se cuente con planes de manejo específicos para ellos; **VIII.** Utilizar solamente empresas registradas o autorizadas por las autoridades competentes, según corresponda, para el manejo de sus residuos, y	Como parte del proceso de cumplimiento a las obligaciones establecidas en el presente Artículo, así como a los objetivos del Programa de Manejo de Residuos que se implementará durante el desarrollo de Proyecto; se realizarán los trámites correspondientes, ante la SEDEMA-Veracruz, para obtener el registro y autorización como generador de residuos de manejo especial, por parte del Promovente. Además, con el Programa de Manejo de Residuos se contribuirá al cumplimiento demás obligaciones estipuladas en el presente Artículo, toda vez que realizarán acciones encaminadas a asegurar y garantizar un adecuado manejo integral de residuos de manejo especial, para lo cual se tomará en consideración los puntos definidos por este Artículo 20.
Artículo 24.- La identificación, acopio, almacenamiento y transporte de residuos sólidos urbanos y de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca esta Ley, la legislación federal de la materia, las Normas Oficiales Mexicanas y las normas técnicas ambientales, así como las disposiciones que establezcan los municipios.	El manejo integral de los Residuos (Sólidos Urbanos y de Manejo Especial) que resulten por el desarrollo del Proyecto se hará a través de la implementación del Programa de Manejo de Residuos elaborado para el Proyecto, en cuya estructuración se considerarán los lineamientos y obligación establecidos en la legislación ambiental en materia, tanto la de competencia federal, estatal y municipal.
Artículo 26.- El transporte de residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos, a través del territorio del Estado, se realizará con previa autorización de las autoridades estatales y municipales correspondientes, así como sus respectivos reglamentos y tomando en cuenta: **I.** Las condiciones necesarias para el transporte, dependiendo del tipo de residuos de que se trate; **II.** Las medidas de seguridad en el transporte, tanto para el medio ambiente como para la salud humana y de los ecosistemas; y **III.** Las mejores rutas de transporte, dependiendo de los lugares de salida y destino de los residuos. El transporte se hará exclusivamente dentro de la caja de los mismos. En el caso de vehículos con caja abierta, los residuos deberán ser cubiertos para evitar su dispersión. Queda prohibido llevar cualquier clase de residuos en cualquier sitio del exterior del vehículo.	Aunque por el desarrollo de obras y actividades de preparación del sitio y construcción del Proyecto se generarán diferentes tipos de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos); la recolección, transporte y disposición final no estará directamente a cargo del Promovente, sino que, se buscará y contratará el servicio con proveedores debidamente establecidos y que cuenten con las autorizaciones ambientales que le correspondan para el manejo y transporte, según el tipo de residuo del que se traté y en el ámbito de competencia de cada autoridad, ya sea federal, estatal o municipal.
Artículo 29.- En relación con la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se prohíbe: **I.** Verter residuos en las vías o lugares públicos, lotes baldíos, barrancas, cañadas, redes de drenaje, cableado eléctrico o telefónico, instalaciones de gas, cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas o áreas privadas de conservación, así como en todo lugar no autorizado para tales fines;	Como parte del manejo integral que se dará a los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generarán en el Proyecto; para la recolección, transporte y disposición final se contratará el servicio de empresas especializadas que se dediquen al manejo y transporte de estos residuos y que, además, garanticen que la disposición final

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
II. Incinerar residuos a cielo abierto, utilizarlos en calderas u otros equipos de combustión o dar tratamiento a residuos de manejo especial sin la autorización correspondiente; **III.** Tratar o disponer finalmente de residuos en áreas de seguridad aeroportuaria u otras áreas no destinadas para dichos fines; **IV.** Instalar tiraderos a cielo abierto; y **V.** (…)	también se hará en sitios establecidos para tal fin. Previo a la contratación del servicio con cualquier proveedor, se verificará que cuenten las autorizaciones ambientales vigentes, tanto para el manejo y transporte como del sitio de disposición final.
Artículo 41.- Las personas responsables de establecimientos cuyas actividades involucren la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos o de manejo especial están obligadas a prevenir la contaminación de sitios por sus actividades y a llevar a cabo las acciones de remediación que correspondan conforme a lo dispuesto en el presente Título.	En el Proyecto se generarán residuos sólidos urbanos y de manejo especial para los que, a través de la implementación del Programa de Manejo de Residuos, se asegurará el adecuado manejo integral, mediante la identificación, segregación, clasificación (valorizables y no valorizables), acopio temporal, recolección y disposición final. Por lo tanto, no se provocará contaminación de sitios dentro del área de Proyecto y sus alrededores. Aunado a lo anterior, periódicamente se impartirán charlas de concientización al personal participante, con la finalidad de lograr que cada individuo participe con acciones básicas (por ejemplo, depositar los residuos en contenedores habilitados) para lograr el correcto manejo integral de los residuos. En caso de ser necesario, se programarán e implementarán campañas de limpieza en los sitios donde se detecte la dispersión y acumulación de residuos, con la finalidad de hacer su recuperación e integrarlos al proceso de manejo integral.

II.9.6. Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático

Esta Ley fue publicada en la Gaceta Oficial Estatal, órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, el 3 de noviembre de 2010 y su última reforma el 7 de agosto de 2024, tiene por objeto el establecer la concurrencia del Estado y de los Municipios en la formulación e instrumentación de las políticas públicas para la adaptación al cambio climático, la mitigación de sus efectos adversos, para proteger a la población y coadyuvar al desarrollo sustentable. En relación con la presente Ley el Proyecto se vincula de acuerdo con lo dispuesto en la **Tabla II-36**.

Tabla II-36. Vinculación del Proyecto con la Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 27.- Los criterios para la adaptación al cambio climático se considerarán en: **I.** (…) **XV.** El otorgamiento de licencias y permisos en materia de evaluación de impacto ambiental, aprovechamiento de recursos naturales, así como autorizaciones en materia de cambio de uso del suelo.	El Proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la energía solar, mediante la instalación de una central fotovoltaica. En ese sentido, el Proyecto es congruente con estrategias y criterios de adaptación ante el cambio climático, toda vez que durante su etapa de operación (producción de energía eléctrica) no se estarán generando emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 29.- Para la mitigación de los efectos nocivos del cambio climático, la prevención y el control de la contaminación de la atmósfera por gases de efecto invernadero y de otras partículas con las mismas consecuencias, se observarán los lineamientos siguientes: **I.** (…) **IV.** Se promoverán prácticas de eficiencia energética, la sustitución del uso de combustibles fósiles por fuentes renovables de energía y la transferencia e innovación de tecnologías limpias; (…)	El Proyecto se alinea con el objetivo del presente Artículo, toda vez que consiste en la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables de energía y usando tecnologías limpias, como lo es el caso de la central fotovoltaica pretendida. Además, con este tipo de Proyecto se contribuirá en la reducción de emisión de compuestos y gases de efecto invernadero en el sector eléctrico.

II.9.7. Ley de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial y Vivienda para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Esta Ley fue publicada en la Gaceta Oficial Estatal, órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, el 13 de abril de 2011 y su última reforma el 4 de febrero de 2025, tiene por objeto normar y regular en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave el desarrollo urbano, el ordenamiento territorial y la vivienda. En relación con la presente Ley el Proyecto se vincula de acuerdo con lo dispuesto en la **Tabla II-37**.

Tabla II-37. Vinculación del Proyecto con la Ley de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial y Vivienda para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 8.- Corresponde a los municipios, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones: **I.** En materia de desarrollo urbano y ordenamiento territorial: (…) **j.** Otorgar, negar o condicionar las autorizaciones y licencias relacionadas con el uso y aprovechamiento del suelo urbano de su competencia, de acuerdo con esta Ley, con los programas correspondientes y demás disposiciones normativas aplicables; (…).	Para la ejecución del Proyecto se obtendrá ante el Departamento de Catastro, del municipio de La Antigua, la Licencia de Uso de suelo para el área de interés.
Artículo 44.- La planeación, construcción y operación de la infraestructura, el equipamiento y el mobiliario urbano, se sujetarán a la presente Ley y su Reglamento, a los programas que de dichos ordenamientos emanen, así como a las normas técnicas que para tal efecto expida la Secretaría. Dichas acciones deberán garantizar la seguridad, libre tránsito y accesibilidad de la población, en especial las que requieran los menores de edad, discapacitados y la población de la tercera edad. La construcción de infraestructura que tenga su origen, atraviese o abastezca un centro de población o zona conurbada, deberá contar con un Dictamen de Factibilidad Regional Sustentable o, en su caso, de Desarrollo Urbano Integral Sustentable, expedido por la propia Secretaría. Cuando la autoridad competente determine que las condiciones sociales lo requieran, y las características urbanas lo permitan, se podrá celebrar un convenio urbanístico.	Toda vez que el Proyecto formará parte de la infraestructura urbana; para su ejecución se someterá a consulta con la Secretaría de Infraestructura y Obras Públicas si es necesaria la obtención de algún Dictamen de Factibilidad Regional Sustentable o de Desarrollo Urbano Integral Sustentable, toda vez que tanto la infraestructura y ubicación del Proyecto no tendrán origen ni atravesarán un centro de población o zona conurbada, y que además no abastecerá directamente la energía eléctrica generada. En caso de requerirse la obtención de algún tipo de dictamen de factibilidad, se realizarán las gestiones y trámites correspondientes.
Artículo 45.- Quedan comprendidos en la infraestructura urbana y el equipamiento: **I.** En infraestructura: **a.** (…) **b.** Las redes de energía eléctrica, gas, comunicaciones y alumbrado público **c.** (…)	Toda vez que los componentes del Proyecto contribuirán con la infraestructura de la red energética en la región, el Proyecto quedará comprendido como parte de la infraestructura y equipamiento urbano.

Consulta al Público

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
Artículo 69.- Toda persona física o moral que pretenda ejecutar una acción de desarrollo urbano pública o privada deberá obtener, según proceda, el Dictamen de Desarrollo Urbano Integral Sustentable o el Dictamen de Factibilidad Regional Sustentable, así como las demás autorizaciones estatales y licencias municipales respectivas, atendiendo al caso que se trate, de conformidad con las disposiciones del presente Título, el Reglamento y las normas técnicas complementarias emitidas por la Secretaría. La evaluación del impacto ambiental que, conforme a la legislación de la materia, deba realizar la autoridad competente, considerará los efectos de dichas acciones sobre la estructura y el desarrollo de los asentamientos humanos en la región de que se trate. Dicha evaluación se integrará a los dictámenes de desarrollo urbano integral sustentable o de factibilidad regional sustentable, según sea el caso, que servirán de base, entre otros requisitos, para el otorgamiento de las licencias municipales correspondientes (…).	Para el desarrollo del Proyecto se contará con las autorizaciones federales en materia de Impacto Ambiental y en materia de Cambio de Uso de Suelo. Además, ante las dependencias estatales y municipales se obtendrán aquellos otros permisos o licencias que sean de aplicación para el desarrollo y ejecución del Proyecto. Asimismo, se harán las consultas correspondientes para determinar el requerimiento de otros permisos o autorizaciones, tal será el caso del dictamen de Desarrollo Urbano Integral Sustentable.
Artículo 75.- El Dictamen de Factibilidad Regional Sustentable aplicará para usos y destinos del suelo determinados como de impacto regional por la Secretaría. En dicho instrumento legal se establecerá un tratamiento normativo integral para el uso o aprovechamiento de un determinado predio o inmueble que, por sus características, produzca un impacto significativo sobre la infraestructura y equipamiento urbanos y servicios públicos previstos para una región o para un centro de población en relación con su entorno regional, a fin de prevenir y mitigar, en su caso, los efectos negativos que pudiera ocasionar. Este dictamen será aprobado o rechazado por la Secretaría, y en todos los casos será realizado por los peritos en desarrollo urbano. El Reglamento y las disposiciones complementarias aplicables establecerán los requisitos, hipótesis, alcances, procedimientos de obtención y contenidos aplicables al dictamen.	Para la ejecución de Proyecto, en atención con el presente Artículo, se someterá a consulta con la Secretaría de Infraestructura y Obras Públicas si es necesaria la obtención de algún Dictamen de Factibilidad Regional Sustentable o de Desarrollo Urbano Integral Sustentable, para partir de ello obtener el pronunciamiento y determinación correspondiente.
Artículo 77.- Será obligatorio obtener de las autoridades municipales la licencia de uso del suelo para: **I.** Cambiar el uso del suelo de un predio ubicado en el área de aplicación del programa de desarrollo urbano sustentable; **II.** Destinar un predio a un uso no especificado por el programa de desarrollo urbano sustentable vigente en la zona; (…).	De acuerdo con las especificaciones y criterios de uso de suelo establecidos en el Programa de Desarrollo urbano de La Antigua, se tramitará la Licencia de Uso de Suelo correspondiente para el Proyecto.
Artículo 90.- Para la edificación de conjuntos habitacionales, comerciales y de servicios, mixtos, industriales o turísticos, cualquiera que sea el régimen de propiedad, se deberá obtener licencia de construcción, previa constancia de zonificación y Dictamen de Desarrollo Urbano Integral Sustentable o el Dictamen de Factibilidad Regional Sustentable, según corresponda, además de cumplir los requisitos que establezca el Reglamento.	Para la ejecución del Proyecto se someterá a consulta con la Secretaría de Infraestructura y Obras Públicas si es necesaria la obtención de algún Dictamen de Factibilidad Regional Sustentable o de Desarrollo Urbano Integral Sustentable. Con base en la resolución emitida, se realizarán los trámites correspondientes y necesarios para obtener la Licencia de Construcción.
Artículo 92.- Toda obra, construcción o edificación que se realice en el territorio del Estado requerirá de la licencia de construcción municipal correspondiente, de acuerdo con la zonificación establecida, conforme a las normas de esta Ley, de la Ley que Regula las Construcciones Públicas y Privadas del Estado y demás disposiciones reglamentarias.	Para la construcción del Proyecto se obtendrá ante el departamento de Catastro, en el municipio de La Antigua, la Licencia de Construcción correspondiente.

II.10. LOCALIDAD(ES) CON POBLACIÓN INDÍGENA EN LA QUE INCIDE EL SITIO DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO Y/O SU ZONA DE INFLUENCIA

Para determinar la vinculación del Proyecto con localidades de población indígena se consultó el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, publicado el 9 de agosto de 2024 y su última reforma el 21 de febrero de 2025. Tiene por objetivo identificar a las comunidades indígenas y afromexicanas con base en sus principales instituciones políticas, jurídicas, territoriales, económicas, sociales y culturales, en tanto sujetos de derecho público con personalidad jurídica; a fin de garantizar el ejercicio de su libre determinación y autonomía.

Consulta al Público

El Catálogo Nacional está conformado por 71 pueblos indígenas y afromexicanos, dentro de los cuales se tiene un total de 16,044 comunidades indígenas y afromexicanas.

De acuerdo con la consulta de información realizada para el Estado de Veracruz, se determinó que en el municipio de La Antigua, lugar donde se pretende desarrollar el Proyecto, no se tiene el registro de la presencia de algún pueblo y/o comunidad indígena o afromexicana. Asimismo, para los municipios colindantes (Veracruz, Paso de Ovejas, Puente Nacional y Úrsulo Galván) tampoco se cuenta con registros de su presencia.

Por lo tanto, el Proyecto no incidirá directamente en algún pueblo y/o comunidad indígena o afromexicana.

II.11. SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO ANTE RIESGOS GEOLÓGICOS Y METEOROLÓGICOS EXTREMOS

Para conocer y determinar la susceptibilidad del Área del Proyecto ante riesgos geológicos y meteorológicos extremos que pudieran representar una amenaza en la infraestructura y que, a su vez, pudieran causar impactos ambientales no previstos, se consultó el Atlas de Riesgos del Municipio de La Antigua, mismo que fue emitido en el año de 2011.

En dicho documento, se tiene identificado que el municipio de La Antigua comprende 34 localidades de las cuales sólo José Cardel se encuentra caracterizada como urbana. Por ello, el estudio de los peligros, riesgos y vulnerabilidad se abordó en dos escalas principales, a nivel municipal y a nivel urbano. El análisis a nivel municipal indica la distribución general de las zonas de riesgo dentro de los límites territoriales del municipio, siendo este el de mayor relevancia para la presente vinculación, toda vez que el Proyecto no se encuentra en la zona urbana. En general, el municipio se ha visto afectado por sequías, ciclones y ondas tropicales al igual que derrumbes y deslizamientos.

Ahora bien, con respecto a la ubicación del Proyecto, las localidades más próximas son La Pureza y El Hatillo, para las cuales se ha determinado que las afectaciones registradas, por fenómenos hidrometeorológicos, han sido los ciclones y ondas tropicales que se han presentado en la temporada de mayo a noviembre, considerados como un peligro alto. Además, la seguía y las temperaturas máximas extremas también han sido identificadas para estas localidades. Por otra parte, en cuanto a las afectaciones por fenómenos geológicos, se tiene identificado que los sismos, deslizamientos y derrumbes pueden representar cierto peligro para estas localidades.

Consulta al Público

Con base en lo previamente expuesto, la susceptibilidad de la zona en la que se ubicará el Proyecto, ante todo fenómenos comprendidos dentro de los peligros hidrometeorológicos y geológicos, se presenta en la **Tabla II-38**.

Tabla II-38. Nivel de peligro ante fenómenos naturales en el Área del Proyecto

Origen	Fenómeno	Nivel de Peligro
Geológico	Sismos	Medio
	Tsunamis o Maremotos	Sin registros o antecedentes de este peligro
	Vulcanismo	Nulo
	Deslizamientos	Muy Bajo – Medio
	Derrumbes	Muy Bajo – Bajo
	Hundimientos	Nulo – Muy Bajo
Hidrometeorológico	Ciclones Tropicales	Medio
	Tormentas Eléctricas	Muy Bajo
	Sequías	Medio – Alto
	Temperaturas Máximas Extremas	Muy Alto
	Vientos Fuertes	Medio – Alto
	Inundaciones	Bajo – Muy Alta
	Masas de aire	Bajo

II.12. CORRIENTES Y CUERPOS DE AGUA EN EL ÁREA DEL PROYECTO

En relación con la presencia de cuerpos y/o corrientes de agua, de acuerdo con el INEGI (2021), en el Área del Proyecto no se presentan corrientes o cuerpos de agua, sin embargo, con la finalidad de ratificar la ausencia de estos elementos, el 19 de mayo de 2026 el Promovente ingresó ante la CONAGUA (Organismo de Cuenca Golfo Centro) una solicitud de consulta para que sea este organismo el que defina sí existe algún cuerpo de agua o cauce que por sus características sean considerados de jurisdicción federal dentro del polígono del Proyecto (**Anexo II.1 Solicitud de opinión de zonas federales a CONAGUA**).

De acuerdo con lo anterior, se está a espera del pronunciamiento por parte de la CONAGUA, para en su caso proceder conforme corresponda.

Consulta al Público

II.13. FUENTES CONSULTADAS

Arriaga, L., E. Vázquez, J. González, R. Jiménez, E. Muñoz y V. Aguilar (coordinadores) 1998. Regiones prioritarias marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Cámara de Diputados. DOF 18-03-2025. Ley del Sector Eléctrico. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LSE.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 06-05-2026. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 19-01-2026. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 01-04-2024. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 01-04-2024. Ley General de Cambio Climático. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 19-01-2026. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 11-12-2025. Ley de Aguas Nacionales. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 16-07-2025. Ley General de Vida Silvestre. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGVS.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 14-11-2025. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf

Cámara de Diputados. DOF 14-11-2025. Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFMZAAH.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 31-10-2014. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 31-10-2014. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 25-08-2014. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 30-11-2006. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf

Consulta al Público

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 18-03-2025. Ley de Planeación y Transición Energética. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPTE.pdf

Cámara de Diputados. Última reforma DOF 21-02-25. Catálogo Nacional del Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas. Consultado en: https://catalogo.inpi.gob.mx/wp-content/uploads/2024/08/2025_02_21_MAT_inpi.pdf

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2016. Los Sitios Ramsar de México. Consultado en: https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/sitios-ramsar

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2015. Programa de Manejo Parque Nacional Cofre de Perote o Nauhcampatépetl. Consultado en: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/112_libro_pm.pdf

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2017. Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Consultado en: https://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DGCD/PN_Sistema_Arrecifal_Veracruzano.pdf

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2015. AICA. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. AvesMX. Consultado en AvesMX en: http://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

Congreso del Estado de Veracruz. Última reforma en el Gaceta Oficial órgano del Estado de Veracruz: 28/01/2026. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Veracruz de Ignacio de la Llave. Consultado en: https://www.legisver.gob.mx/leyes/LeyesPDF/CONSTITUCION28012026.pdf

Congreso del Estado de Veracruz. Última reforma en el Gaceta Oficial órgano del Estado de Veracruz: 07/08/2024. Ley Estatal de Protección Ambiental. Consultado en: www.legisver.gob.mx/leyes/LeyesPDF/LEYESTATALDEPROTECCIONAMBIENTAL15052026.pdf

Congreso del Estado de Veracruz. Última reforma en el Gaceta Oficial órgano del Estado de Veracruz: 04/02/2019. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Consultado en: www.legisver.gob.mx/leyes/LeyesPDF/LDFS04022020.pdf

Congreso del Estado de Veracruz. Gaceta Oficial órgano del Estado de Veracruz: 3/05/2017. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de La Antigua. Consultado en: https://www.veracruz.gob.mx/desarrollosocial/wp-content/uploads/sites/12/2025/08/Gac2017-176-Miercoles-03-Ext.pdf

Ayuntamiento de La Antigua. 2022. Plan Municipal de Desarrollo La Antigua 2022-2025. Consultado en: https://www.veracruz.gob.mx/finanzas/wp-content/uploads/sites/2/2022/PMD/PMD%20La%20Antigua.Veracruz.2022-2025.pdf

Congreso del Estado de Veracruz. Gaceta Oficial órgano del Estado de Veracruz: 18/06/2021. Programa estatal de ordenamiento territorial y desarrollo urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave. Consultado en: https://www.veracruz.gob.mx/desarrollosocial/wp-content/uploads/sites/12/2022/04/Gac2021-242-Viernes-18-TOMO-II-Ext.pdf

Congreso del Estado de Veracruz. Última reforma en el Gaceta Oficial órgano del Estado de Veracruz: 4/02/2020. Ley de Vida Silvestre para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Consultado en: www.legisver.gob.mx/leyes/LeyesPDF/LVSILVESTRE04022020.pdf

Consulta al Público

Congreso del Estado de Veracruz. Última reforma en el Gaceta Oficial órgano del Estado de Veracruz: 29/11/2018. Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Consultado en: www.legisver.gob.mx/leyes/LeyesPDF/LPGIRS2911182.pdf

Congreso del Estado de Veracruz. Última reforma en el Gaceta Oficial órgano del Estado de Veracruz: 7/08/2024. Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático. Consultado en: www.legisver.gob.mx/leyes/LeyesPDF/LEYESTATALDEMITIGACIONY ADAPTACION DELCAMBIOCLIMATICO07082024.pdf

Congreso del Estado de Veracruz. Última reforma en el Gaceta Oficial órgano del Estado de Veracruz: 4/02/2025. Ley de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial y Vivienda para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Consultado en: www.legisver.gob.mx/leyes/LeyesPDF/LDUOTV04022025.pdf

Convenio 169 de la OIT, 2020. Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH), México. Consultado en: https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2019-05/Folleto-Convenio-169-OIT.pdf

Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF: 20/11/2025. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Consultada en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS.pdf

Gobierno de México. 2025. Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/981072/PND_2025-2030_v250226_14.pdf

Gobierno de México. DOF 22-12-2025. Programa Sectorial de Energía 2025-2030. Consultada en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1058017/302_PROGRAMA_SECTORIAL_DE_ENERG_A_2025-2030.pdf

Gobierno de México. Reglamento DOF 28-10-2014. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. Consultada en: https://www.gob.mx/inecc/documentos/reglamento-de-la-ley-general-de-cambio-climatico-en-materia-del-registro-nacional-de-emisiones?state=published

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 2021. El acuerdo de París. Consultado en: https://www.atmosfera.unam.mx/el-acuerdo-de-paris/

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2025. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2025-1. Consultado en: https://www.iucnredlist.org

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2011. Atlas de riesgos del Municipio de La Antigua. Consultada en: https://rmgir.proyectomesoamerica.org/AtlasMunPDF/2011/30016_LA_ANTIGUA_2011.PDF

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). DOF: 30/09/2024. Actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40. Consultada en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5739992&fecha=30/09/2024#gsc.tab=0

SEMARNAT. DOF: 08/09/2025. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1058016/301_Programa_Sectorial_de_Medio_Ambiente_y_Recursos_Naturales_2025-2030.pdf

Consulta al Público

SEMARNAT. 2015a. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto. (CMNUCC). Consultado en: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico-y-su-protocolo-de-kioto-cmnucc

SEMARNAT. 2015b. Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR). Consultado en: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/convencion-sobre-los-humedales-de-importancia-internacional-especialmente-como-habitat-de-aves-acuaticas-ramsar

SEMARNAT. 2015c. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Consultado en: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/convencion-sobre-el-comercio-internacional-de-especies-amenazadas-de-fauna-y-flora-silvestres-cites

SEMARNAT. 2015d. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Consultado en: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/union-internacional-para-la-conservacion-de-la-naturaleza-uicn

SEMARNAT. 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Consultado en: https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2923.pdf

SEMARNAT. 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Consultado en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279084&fecha=24/11/2012#gsc.tab=0

SEMARNAT. 2025. Actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40. Consultado en: https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/2025/ENCC_2025_SEMARNAT.pdf

SEDEMA del Estado de Veracruz. 2026. Planeación ambiental y ordenamiento ecológico. Consultado en: https://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/ordenamiento-ecologico/

Consulta al Público

Gestión Ambiental Biogeos

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

Consulta al Público

PROYECTO FOTOVOLTAICO
JAROCHO SOLAR

CONTENIDO

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA III-1

III.1. DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA III-1

III.1.1. Área del Proyecto III-7

III.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA III-7

III.3. FLORA III-11

III.3.1. Listado de especies potenciales III-11

III.3.2. Metodología de muestreo III-12

III.3.2.1. Sitios de muestreo III-16

III.3.2.2. Esfuerzo de muestreo III-18

III.3.3. Análisis de datos III-19

III.3.3.1. Descripción cuantitativa III-19

III.3.3.1.1. Índice de Valor de Importancia (IVI) III-19

III.3.3.1.2. Análisis de biodiversidad III-22

III.3.3.2. Curvas de acumulación de especies III-26

III.3.3.3. Categoría de riesgo de las especies registradas III-27

III.3.4. Especies identificadas en campo y prioritarias para la conservación III-28

III.3.4.1. Distribución de las especies en categoría de riesgo presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ..... III-30

III.3.4.2. Especies de flora de importancia registradas en las áreas de afectación del Proyecto III-32

III.3.5. Índices de diversidad III-33

III.3.5.1. Abundancias e Índices de Valor de Importancia (IVI) en la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC) presente en el Área del Proyecto (AP) III-34

III.3.5.1.1. Abundancia e IVI del estrato arbóreo III-34

III.3.5.1.2. Abundancia e IVI del estrato arbustivo III-35

III.3.5.1.3. Abundancia e IVI del estrato herbáceo III-37

III.3.5.1.4. Abundancia e IVI de cactáceas III-39

III.3.5.2. Abundancias e Índices de Valor de Importancia (IVI) en la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC) presente en la Región Ecológica (RE) III-41

III.3.5.2.1. Abundancia e IVI del estrato arbóreo III-41

III.3.5.2.2. Abundancia e IVI del estrato arbustivo III-43

III.3.5.2.3. Abundancia e IVI del estrato herbáceo III-44

III.3.5.2.4. Abundancia e IVI de cactáceas III-46

Consulta al Público

III.3.5.3. Comparativa de la composición y diversidad entre el AP y la RE III-47
III.3.5.4. Índice de Jaccard III-50
III.3.6. Justificación de los muestreos de flora (Representatividad de los muestreos realizados) III-51
III.3.6.1. Curvas de acumulación de especies de la VSa/SBC en el Área del Proyecto (AP) III-52
III.3.6.2. Curvas de acumulación de especies en la VSa/SBC de la Región Ecológica (RE) III-55
III.4. FAUNA III-59
III.4.1. Listado de especies potenciales III-59
III.4.1.1. Aves III-60
III.4.1.2. Mamíferos III-61
III.4.1.3. Anfibios III-62
III.4.1.4. Reptiles III-62
III.4.2. Metodología de muestreo III-63
III.4.2.1. Sitios de muestreo III-64
III.4.2.1.1. Mamíferos III-65
III.4.2.1.2. Aves III-71
III.4.2.1.3. Herpetofauna III-74
III.4.2.2. Esfuerzo de muestreo III-77
III.4.3. Análisis de datos III-78
III.4.3.1. Descripción cualitativa III-78
III.4.3.2. Descripción cuantitativa III-79
III.4.3.2.1. Abundancia relativa III-79
III.4.3.2.2. Índices de biodiversidad III-79
III.4.3.3. Curvas de acumulación de especies III-83
III.4.3.4. Estado de conservación de las especies de fauna registradas III-84
III.4.4. Especies identificadas en campo III-84
III.4.4.1. Mamíferos III-84
III.4.4.2. Aves III-86
III.4.4.3. Herpetofauna III-90
III.4.5. Especies prioritarias para la conservación III-92
III.4.5.1. Distribución de las especies en riesgo III-95
III.4.5.1.1. Reptiles III-95
III.4.5.1.2. Aves III-96
III.4.5.1.3. Mamíferos III-101
III.4.6. Índices de diversidad III-102
III.4.6.1. Abundancia III-102

Consulta al Público

III.4.6.1.1. Mamíferos III-102
III.4.6.1.2. Aves III-102
III.4.6.1.3. Herpetofauna III-104
III.4.6.2. Comparativa de la composición y diversidad entre el AP y la RE III-105
III.4.6.2.1. Mamíferos III-106
III.4.6.2.2. Aves III-107
III.4.6.2.3. Herpetofauna III-108
III.4.6.3. Índice de Jaccard III-108
III.4.7. Justificación de los muestreos de fauna (Representatividad de los muestreos) III-110
III.4.7.1. Curvas de acumulación de especies en el Área del Proyecto (AP) III-110
III.4.7.2. Curvas de acumulación de especies en la Región Ecológica (RE) III-112
III.4.8. Conclusiones III-115

III.5. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA III-117
III.5.1. Componente Biótico III-117
III.5.1.1. Vegetación III-117
III.5.2. Componente Abiótico III-122
III.5.2.1. Clima III-122
III.5.2.1.1. Eventos meteorológicos extremos III-126
III.5.2.2. Geomorfología III-126
III.5.2.2.1. Estratigrafía III-128
III.5.2.2.2. Susceptibilidad de la zona III-130
III.5.2.3. Suelos III-132
III.5.2.3.1. Procesos erosivos III-134
III.5.2.4. Agua III-136
III.5.2.4.1. Hidrología superficial III-136
III.5.2.4.2. Hidrología subterránea III-139
III.5.3. Componente Socioeconómico III-143
III.5.3.1. Población económicamente activa III-143
III.5.3.2. Principales actividades productivas III-144
III.5.3.3. Indicadores de Carencia Social y Bienestar Económico III-145
III.5.3.4. Población indígena III-147

III.6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL III-149
III.6.1. Indicadores ambientales enfocados a la salud del ambiente III-154
III.6.2. Calidad ecológica III-154
III.6.3. Vulnerabilidad al cambio climático III-162

III.7. PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES III-162

Consulta al Público

III.8. REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS III-163
III.9. FUENTES CONSULTADAS III-163

Consulta al Público

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III-1 Composición biofísica del Área del Proyecto y su entorno III-2
Figura III-2 Primera aproximación de la RE de acuerdo con límites de microcuencas que dan continuidad a los componentes del AP y su entorno III-3
Figura III-3 Definición de los límites para la exclusión de elementos ajenos o no presentes a los componentes del AP y su entorno para mantener uniformidad en la RE III-5
Figura III-4 Región ecológica definida por la interacción de los componentes y procesos ambientales existentes en el Área del Proyecto y su entorno III-6
Figura III-5 Distribución del uso de suelo y vegetación dentro de la RE III-8
Figura III-6 Pastizal cultivado presente en la RE III-10
Figura III-7 Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia presente en la RE III-11
Figura III-8 Delimitación de los sitios de muestreo. A) Colocación de estaca ubicando el centroide del sitio de muestreo, B) Delimitación de sitio circular de 400 m^2, C) Delimitación del cuadrante de arbustos de 9 m^2, y D) Colocación de cuadro de PVC (1 m^2) para herbáceas III-14
Figura III-9 Distribución espacial de los sitios de muestreo de flora realizados en el AP y la RE III-17
Figura III-10 Ejemplificación de una curva de acumulación de especies III-27
Figura III-11 *Cedrela odorata* III-31
Figura III-12 Composición de las especies registradas en el estrato arbóreo de la VSa/SBC presente en el AP con base al IVI III-35
Figura III-13 Especies arbustivas más representativas en el AP: A) *Stachytarpheta jamaicensis* B) *Malpighia glabra* III-36
Figura III-14 Composición de las especies registradas en el estrato arbustivo de la VSa/SBC presente en el AP con base al IVI III-37
Figura III-15 Especies herbáceas más representativas en el AP: A) *Sida sp* B) *Megathyrsus maximus* III-38
Figura III-16 Composición de las especies registradas en el estrato herbáceo de la VSa/SBC presente en el AP con base al IVI III-39
Figura III-17 Composición de las especies registradas en el estrato de cactáceas de la VSa/SBC presente en del AP con base al IVI III-40
Figura III-18 Especies cactáceas más representativas: A) *Opuntia dejecta* 14Q B) *Bromelia pinguin* III-40
Figura III-19 Composición de las especies registradas en el estrato arbóreo de la VSa/SBC presente en la RE con base al IVI III-42
Figura III-20 Especie arbórea más representativa en la RE: *Acacia macracantha* III-42
Figura III-21 Composición de las especies registradas en el estrato arbustivo de la VSa/SBC presente en la RE con base al IVI III-44
Figura III-22 Especies arbustiva más representativa en la RE: *Acalypha* sp III-44
Figura III-23 Composición de las especies registradas en el estrato herbáceo de la VSa/SBC presente en la RE con base al IVI III-45
Figura III-24 Especie herbácea más representativa en la RE: *Diphysa carthagenensis* III-46
Figura III-25 Composición de las especies registradas en el estrato de cactáceas de la VSa/SBC presente en la RE con base al IVI III-47
Figura III-26 Representación gráfica de los índices de diversidad para cada uno de los estratos de la VSa/SBC presente en el AP III-48

Consulta al Público

Figura III-27 Representación gráfica de los índices de diversidad para cada uno de los estratos de la VSa/SBC presente en la RE III-49
Figura III-28 Representación gráfica de los índices de diversidad para los estratos muestreados de la VSa/SBC presente en el AP y la RE III-50
Figura III-29 Curvas de acumulación global de especies del AP III-52
Figura III-30 Acumulación de especies del estrato arbóreo del AP III-53
Figura III-31 Acumulación de especies del estrato arbustivo del AP III-53
Figura III-32 Acumulación de especies de cactáceas del AP III-54
Figura III-33 Acumulación de especies de herbáceas del AP III-55
Figura III-34 Curvas de acumulación global de especies de la RE III-56
Figura III-35 Acumulación de especies del estrato arbóreo de la RE III-56
Figura III-36 Acumulación de especies del estrato arbustivo de la RE III-57
Figura III-37 Acumulación de especies del estrato de cactáceas de la RE III-58
Figura III-38 Acumulación de especies del estrato herbáceo de la RE III-58
Figura III-39 Distribución porcentual de especies de aves por familia con distribución potencial en la RE III-60
Figura III-40 Distribución porcentual de especies de mamíferos por familia con distribución potencial en la RE III-61
Figura III-41 Distribución porcentual de especies de anfibios por familia con distribución potencial en la RE III-62
Figura III-42 Distribución porcentual de especies de reptiles por familia con distribución potencial en la RE III-63
Figura III-43 A) Búsqueda de rastros en recorridos de transectos, B) Registro fotográfico de rastros durante los recorridos, C) Toma de medidas de huellas de mamíferos encontrados durante los recorridos y D) Identificación de excretas por composición III-66
Figura III-44 Distribución espacial de los transectos para el muestreo de mastofauna III-68
Figura III-45 Método de fototrampeo. A) Instalación de fototrampa, y B) Configuración de fototrampa para el registro de mamíferos III-69
Figura III-46 Distribución espacial de la colocación de las cámaras de fototrampeo para el muestreo de mastofauna en el AP III-70
Figura III-47 Métodos de monitoreo de aves. A) y B) Identificación de aves en puntos de conteo C) Toma de distancia y altura de vuelo con Telémetro Hipsómetro, y D) Registro de características de vuelo, riqueza y abundancia en puntos de conteo de aves III-72
Figura III-48 Distribución espacial de los puntos de conteo para el muestreo de avifauna III-73
Figura III-49 Método de muestreo de herpetofauna. A) Recorrido de transectos para el registro de individuos, B) Remoción de hierba y hojarasca para búsqueda de individuos, C) y D) Registro de rastros de reptiles III-75
Figura III-50 Distribución espacial de los transectos realizados para el muestreo de herpetofauna III-76
Figura III-51 Especies de mamíferos representativas de la RE y del AP: A) *Sylvilagus floridanus* (Conejo serrano), B) *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris), C) *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris), D) *Canis latrans* (Coyote), E) *Herpailurus yagouaroundi* (Jaguarundi), y F) *Leopardus pardalis* (Ocelote) III-85
Figura III-52 Especies de aves observadas durante el muestreo en el AP y la RE. A) *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy), B) *Columbina inca* (Tortolita Cola Larga), C) *Campylorhynchus*

Consulta al Público

rufinucha (Matraca Veracruzana), D) *Pitangus sulphuratus* (Luis Bienteveo), E) *Cathartes burrovianus* (Zopilote Sabanero) y F) *Falco peregrinus* (Halcón Peregrino) III-89

Figura III-53 Especies de herpetofauna identificadas en el AP y la RE. A) *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano), B) *Sceloporus variabilis* (Lagartija espinosa vientre rosado), C) *Holcosus undulatus* (Lagartija arcoiris), D) *Sceloporus variabilis* (Lagartija espinosa vientre rosado), E) *Masticophis mentovarius* (Culebra chirriadora neotropical) y E) *Trachemys venusta* (Pecho de carey) III-91

Figura III-54 Ubicación de las especies de fauna identificadas en campo ubicadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ..... III-94

Figura III-55 Distribución potencial de *Micrurus diastema* III-95

Figura III-56 Distribución potencial de *Ctenosaura pectinata* III-96

Figura III-57 Distribución potencial de *Rostrhamus sociabilis* III-97

Figura III-58 Distribución potencial de *Cathartes burrovianus* III-97

Figura III-59 Distribución potencial de *Falco peregrinus* III-98

Figura III-60 Distribución potencial de *Psarocolius montezuma* III-98

Figura III-61 Distribución potencial de *Tachybaptus dominicus* III-99

Figura III-62 Distribución potencial de *Eupsittula nana* III-99

Figura III-63 Distribución potencial de *Campylorhynchus rufinucha* III-100

Figura III-64 Distribución potencial de *Amazona autumnalis* III-100

Figura III-65 Distribución potencial de *Herpailurus yagouaroundi* III-101

Figura III-66 Distribución potencial de *Leopardus pardalis* III-101

Figura III-67 Curvas de acumulación de especies de mamíferos en el AP III-111

Figura III-68 Curvas de acumulación de especies de avifauna en el AP III-111

Figura III-69 Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en el AP III-112

Figura III-70 Curvas de acumulación de especies de mamíferos en la RE III-113

Figura III-71 Curvas de acumulación de especies de avifauna en la RE III-114

Figura III-72 Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en la RE III-115

Figura III-73 Vegetación actualizada de la RE III-118

Figura III-74 Distribución del uso de suelo y vegetación dentro del AP con respecto al INEGI (2018) III-119

Figura III-75 Distribución del uso de suelo y vegetación dentro del AP identificado y confirmado en campo III-120

Figura III-76 Punto clasificado como Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (INEGI, 2018: Pastizal cultivado) III-121

Figura III-77 Punto clasificado como Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (INEGI, 2018: Agricultura de riego semipermanente) III-122

Figura III-78 Unidades climáticas presentes en la RE y ubicación de estaciones climatológicas III-124

Figura III-79 Climogramas para las estaciones climatológicas José Cardel, Loma Fina y Manlio Fabio Altamiramo para los periodos 1941-2026, 1952-2025 y 1945-2025 respectivamente III-125

Figura III-80 Ubicación fisiográfica de la RE III-127

Figura III-81 Unidades geológicas presentes en la RE III-129

Figura III-82 Susceptibilidad de Inestabilidad de laderas en la RE III-131

Consulta al Público

Figura III-83 Grupos de suelos en la RE III-133
Figura III-84 Erosión en los suelos presentes en la RE III-135
Figura III-85 Microcuencas en la RE III-137
Figura III-86 Rasgos hidrológicos en la RE III-138
Figura III-87 Unidades hidrogeológicas en la RE III-140
Figura III-88 Unidades vulnerabilidad acuífera en la RE III-141
Figura III-89 Elevación del nivel estático del agua subterránea en la RE III-142
Figura III-90 Localidades en la RE con presencia de población indígena en hogares III-148
Figura III-91 Calidad ecológica en la RE III-158
Figura III-92 Integridad ecosistémica en la RE III-161

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III-1 Uso del suelo y vegetación dentro de la RE III-9
Tabla III-2 Comparación entre el listado potencial y el muestreo de campo III-12
Tabla III-3 Resumen de la metodología utilizada en los muestreos de flora III-15
Tabla III-4 Sitios de muestreo de flora realizados en el AP y RE III-16
Tabla III-5 Sitios de verificación del uso de suelo presente en el AP y RE III-18
Tabla III-6 Sitios de muestreo totales y horas efectivas empleadas III-18
Tabla III-7 Especies de flora registradas III-28
Tabla III-8 Especies de importancia presentes en las áreas de afectación del Proyecto III-33
Tabla III-9 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato arbóreo de la VSa/SBC muestreada en el AP III-34
Tabla III-10 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato arbustivo de la VSa/SBC presente en el AP III-35
Tabla III-11 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato herbáceo de la VSa/SBC presente en el AP III-37
Tabla III-12 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato de cactáceas de la VSa/SBC presente en el AP III-40
Tabla III-13 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato arbóreo de la VSa/SBC presente en la RE III-41
Tabla III-14 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato arbustivo de la VSa/SBC presente en la RE III-43
Tabla III-15 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato herbáceo de la VSa/SBC presente en la RE III-45
Tabla III-16 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato de cactáceas de la VSa/SBC presente en la RE III-46
Tabla III-17 Índices de diversidad para los estratos de la VSa/SBC presente en el AP y la RE III-47
Tabla III-18 Valores obtenidos en el índice de similitud de Jaccard por hábito de crecimiento III-50
Tabla III-19 Riqueza observada, esperada y porcentaje de completitud para el muestreo del AP III-52

Consulta al Público

Tabla III-20 Riqueza observada, esperada y porcentaje de completitud para el muestreo de la RE III-55
Tabla III-21 Especies con distribución potencial en la RE por grupo faunístico III-59
Tabla III-22 Resumen de la metodología utilizada en los muestreos de fauna III-64
Tabla III-23 Coordenadas de los vértices de los transectos recorridos para el registro de mamíferos, en AP y la RE III-67
Tabla III-24 Coordenadas de la ubicación de las fototrampas para el monitoreo de mastofauna, en el AP y RE III-71
Tabla III-25 Coordenadas de la ubicación de los puntos de conteo de aves (PCA) para el registro de avifauna, en el AP y RE III-71
Tabla III-26 Coordenadas de los vértices de los transectos recorridos para el registro de herpetofauna, en AP y la RE III-77
Tabla III-27 Métodos de muestreo por grupo faunístico y tiempo invertido para cada método en horas totales y días totales trabajados III-78
Tabla III-28 Listado de especies de mamíferos registradas en la RE y el AP, con su categoría de riesgo y distribución III-84
Tabla III-29 Listado de especies de aves registrados en la RE y AP, categoría de riesgo y distribución III-86
Tabla III-30 Listado de especies de herpetofauna registrados en la RE y AP, categoría de riesgo y distribución III-90
Tabla III-31 Especies de fauna prioritarias para su conservación III-92
Tabla III-32 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de los mamíferos registrados en la RE y en el AP III-102
Tabla III-33 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de las aves registradas en la RE y el AP III-103
Tabla III-34 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de las especies de herpetofauna registradas en la RE y en el AP III-105
Tabla III-35 Índices de diversidad para los distintos grupos faunísticos registrados en el AP y la RE III-105
Tabla III-36 Comparativa de las comunidades faunísticas entre la RE y el AP a través del índice de similitud de Jaccard para cada grupo faunístico III-108
Tabla III-37 Especies observadas y esperadas por grupo faunístico en el AP III-110
Tabla III-38 Especies observadas y esperadas por grupo faunístico en la RE III-112
Tabla III-39 Uso del suelo y vegetación dentro del AP III-121
Tabla III-40 Temperaturas promedios mensuales y anuales de las estaciones climatológicas José Cardel, Loma Fina y Manlio Fabio Altamiramo para los periodos 1941-2026, 1952-2025 y 1945-2025 respectivamente III-123
Tabla III-41 Precipitación media mensual y anual de las estaciones climatológicas José Cardel, Loma Fina y Manlio Fabio Altamiramo para los periodos 1941-2026, 1952-2025 y 1945-2025 respectivamente III-125
Tabla III-42. Población económicamente activa e inactiva en los municipios donde se localiza en la RE III-144
Tabla III-43. Población económicamente activa por sector de actividad 2015 ..... III-144
Tabla III-44. Grado de marginación 2020 e indicadores socioeconómicos asociados III-145
Tabla III-45 Índice de rezago social 2020 e indicadores asociados III-146

Consulta al Público

Tabla III-46 Pobreza 2020 e indicadores asociados III-147
Tabla III-47 Población indígena en localidades dentro de la RE III-147
Tabla III-48 Indicadores ambientales para la definición de la salud del ambiente III-154
Tabla III-49 Criterios para determinar la calidad ecológica III-155
Tabla III-50 Incidencia del Proyecto III-163

Consulta al Público

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

III.1. DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

Con el fin de delimitar la Región Ecológica (RE), y considerando lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en el artículo 3 fracción XXXI, que indica que la Región ecológica es "*la unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes*", se realizó un análisis del entorno en el que se encuentra el Área del Proyecto (AP) para determinar sus principales características bióticas y abióticas, así como el de sus alrededores. De esta manera, se identificó que el AP se encuentra mayormente sobre llanuras aluviales costeras y en menor medida en lomeríos con llanuras, en las que se presentan unidades litológicas de sedimentos eólicos (Qho eo) y depósitos aluviales (Qho al), cuyas unidades de suelo predominantes son arenosoles y vertisoles en los que se encuentra establecido principalmente pastizal cultivado, agricultura de temporal anual y semipermanente, y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (**Figura III-1**). En los alrededores del AP se presentan además agricultura de riego semipermanente asociada principalmente al distrito de riego 035 La Antigua, y agricultura de temporal anual.

A partir de la identificación de los principales componentes y elementos que caracterizan el AP y su entorno, lo siguiente fue definir los límites que permitieran conservar la continuidad y uniformidad de dichos componentes y elementos, con lo cual, se tomó como punto de partida a las microcuencas delimitadas por FIRCO – UAQ (2005) [**Figura III-2**], al considerar a las cuencas (así como a sus distintos niveles jerárquicos) como unidades territoriales básicas para el análisis y/o planificación ambiental (Guerra y Botelho, 1998; Santos, 2004; Rodríguez, Silva y Leal, 2011; Botelho y Silva 2014; Braz *et al*., 2020; entre otros), debido al territorio en que estas unidades se encuentran, existe una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico (suelo, ecosistemas acuáticos y terrestres, cultivos, agua, biodiversidad, estructura geomorfológica y geológica), los modos de apropiación (tecnología y/o mercados) y las instituciones (organización social, cultura, reglas y/o leyes) [SEMARNAT, 2013].

Consulta al Público

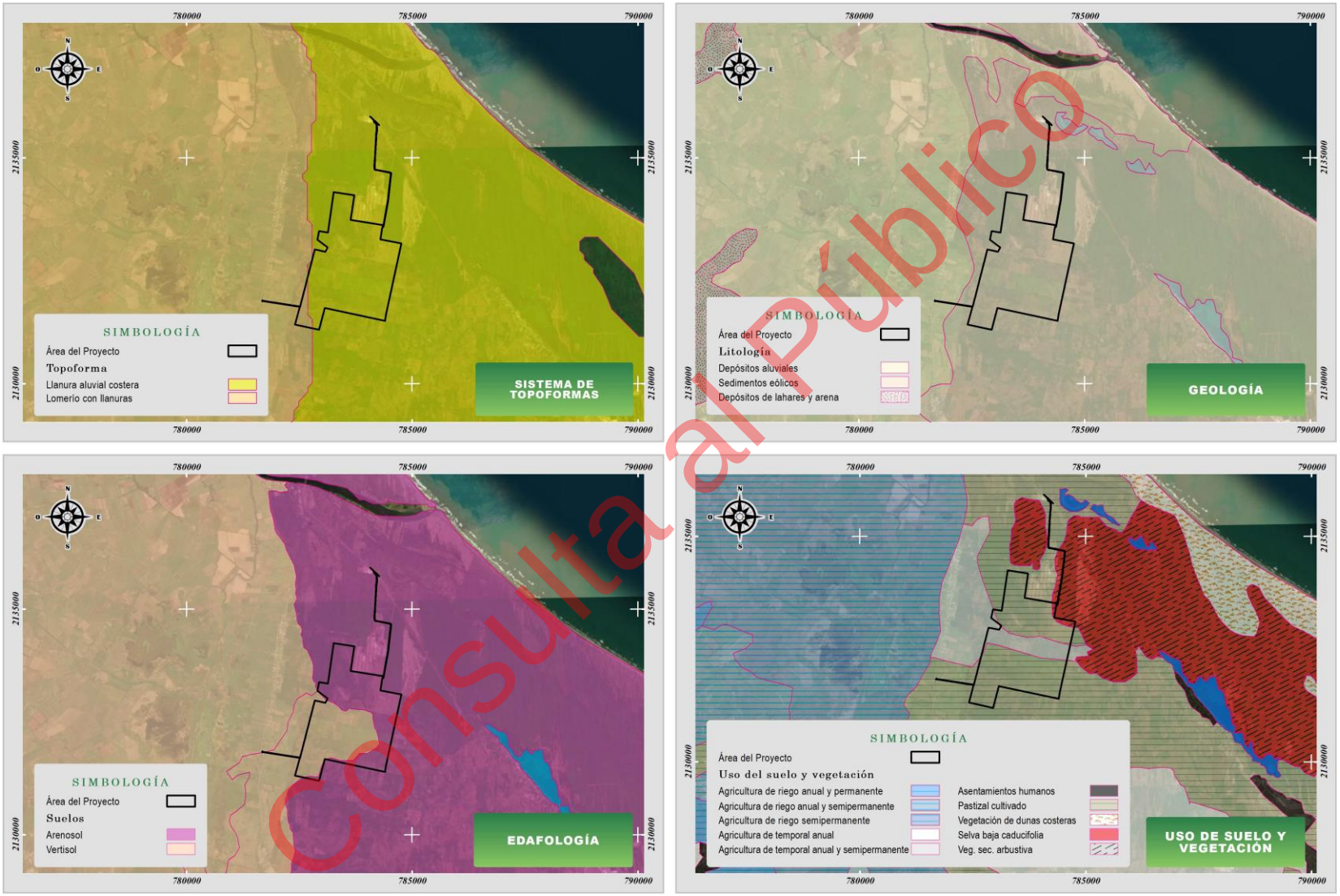
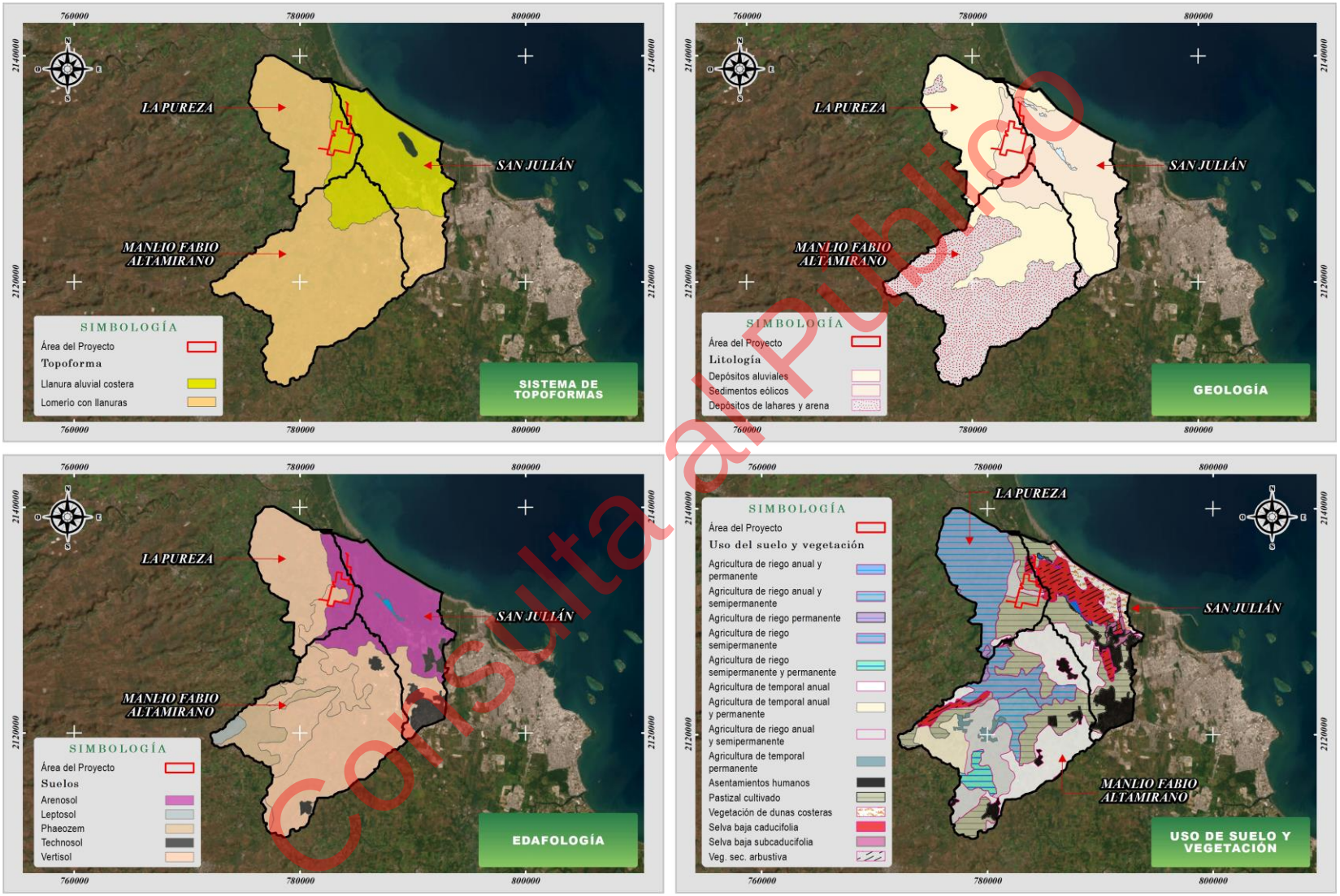


Figura III-1 Composición biofísica del Área del Proyecto y su entorno

Consulta al Público



Consulta al Público

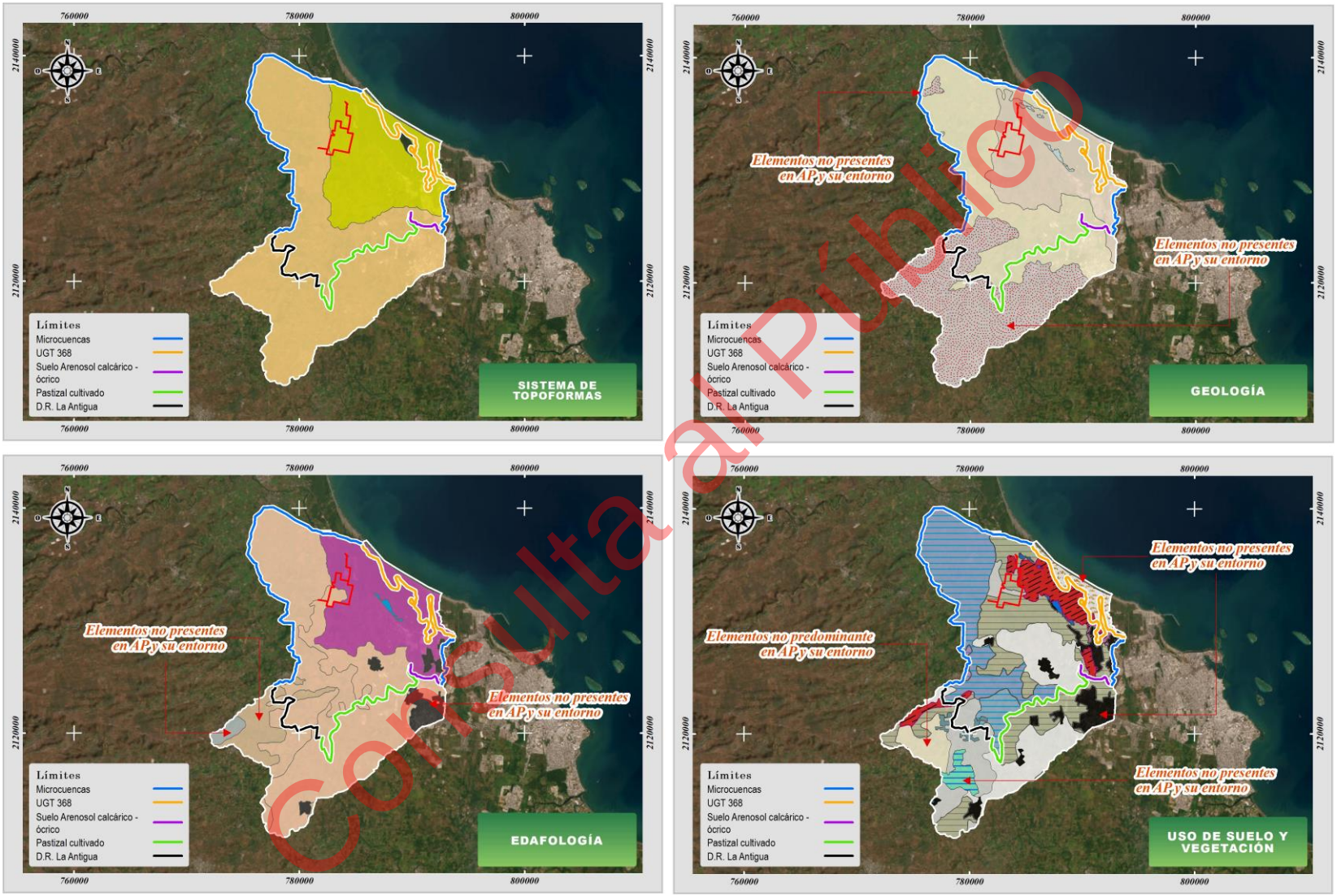
Figura III-2 Primera aproximación de la RE de acuerdo con límites de microcuencas que dan continuidad a los componentes del AP y su entorno

Conforme a las microcuencas delimitadas por FIRCO – UAQ (2005), el AP, así como la continuidad de los elementos que la conforman y de su entorno, quedan comprendidas dentro de las microcuencas: La Pureza (002), San Julián (001) y Manlio Fabio Altamirano (003) (**Figura III-2**), por lo cual se consideró el área de estas como el punto de partida para la base de la delimitación de la RE.

Una vez realizando el análisis de las características biofísicas de las microcuencas, se identificó la presencia de algunos elementos que no se encuentran dentro del AP y su entorno, tales como: litología correspondiente a depósitos de lahares y arena (Qpt Lh-ar); suelos phaeozemn, technosoles y leptosoles como unidades dominantes; vegetación de dunas costeras, asentamientos humanos, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de temporal anual y permanente, y agricultura de riego semipermanente y permanente (**Figura III-3**). Asimismo, se consultó el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave (2021) para verificar la compatibilidad del Proyecto con las políticas y estrategias propuestas en dicho programa. Por lo anterior y con el objetivo de conservar la continuidad y uniformidad en los componentes que se presentan en el AP y su entorno, la microcuenca San Julián fue dividida considerando el lindero de la Unidad de Gestión Territorial (UGT) 368, así como por la unidad edafológica Arenosol calcárico – ócrico y el uso de suelo de pastizal cultivado, lo cual permitió excluir o disminuir la presencia de elementos ajenos en el AP y sus alrededores como la vegetación de dunas costeras y asentamientos humanos, así como suelos de tipo technosol. En la microcuenca Manlio Fabio Altamirano se dio continuidad al lindero de pastizal cultivado utilizado en la microcuenca San Julián, y además se utilizó el lindero del distrito de riego 035 La Antigua (**Figura III-3**), disminuyendo la presencia de depósitos de lahares y arena, de suelos phaeozem y excluyendo suelos leptsoles, agricultura de riego semipermanente y permanente, y agricultura de temporal anual y permanente. De acuerdo con lo anterior, la RE quedó definida como se muestra en la **Figura III-4** cuya superficie es de 19,862.41 hectáreas en la que se comprende la uniformidad y continuidad de los componentes con los que el Proyecto interactuará en espacio y tiempo, conformando una unidad territorial que comparte características ecológicas comunes a las que se presentan en el AP y sus alrededores.

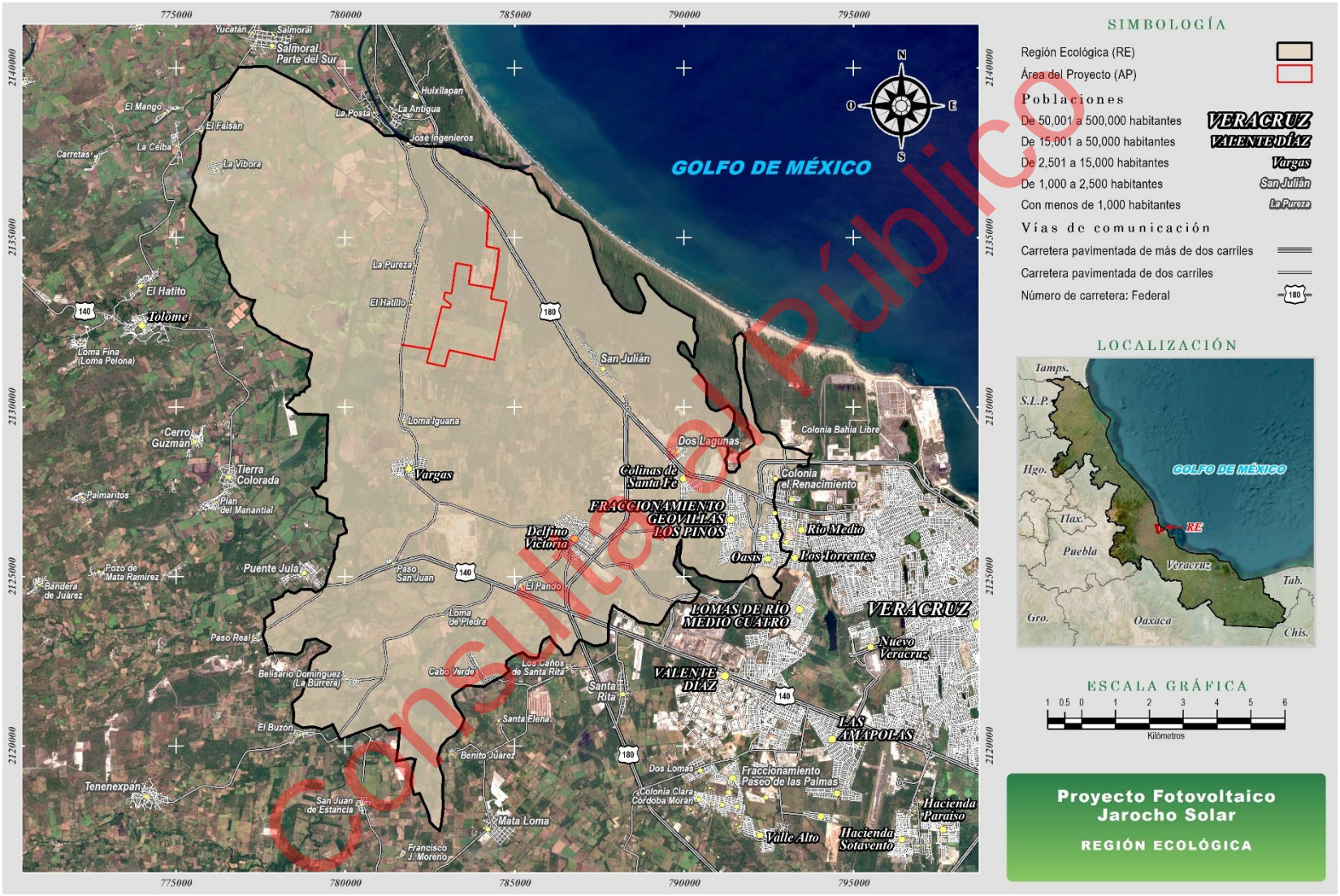
En el **Anexo III.9** se adjunta en formato SHP la poligonal de la RE y en formato CSV las coordenadas de los vértices que la delimitan.

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura III-3 Definición de los límites para la exclusión de elementos ajenos o no presentes a los componentes del AP y su entorno para mantener uniformidad en la RE



Consulta al Público

Figura III-4 Región ecológica definida por la interacción de los componentes y procesos ambientales existentes en el Área del Proyecto y su entorno

III.1.1. Área del Proyecto

La superficie del Área del Proyecto (406.864 ha), misma que se describe en el **Capítulo I** de la presente MIA-R, para el desarrollo del presente Capítulo así como el de Capítulos posteriores, se ha adoptado como **Área de Influencia** del Proyecto, por ser el espacio sobre el que el Proyecto se extenderá, y en el que se prevé que la mayoría de los impactos ambientales que se generen directamente por el desarrollo de cada una de las actividades en las distintas etapas del Proyecto no sobrepasarán dichos límites o lleguen a alterar significativamente algún elemento ambiental fuera de ella. Debido a que el área en la que se instalarán los módulos fotovoltaicos (componente del Proyecto en el que se estima la mayor generación de impactos ambientales) corresponde principalmente a una zona transformada por las actividades agropecuarias, la cual, al igual que con las áreas en las que se ubicarán el resto de componentes del Proyecto, en sus alrededores se destinarán o establecerán áreas de tránsito temporal que independientemente del requerimiento de las mismas o no como apoyo para la realización de maniobras y almacenamiento de materiales y equipo a instalar, podrán funcionar como un área de contención o amortiguación de impactos ambientales, principalmente en aquellas áreas con presencia de cobertura vegetal. Además de ello, en la porción norte del Área del Proyecto se conservará sin alteración una superficie de alrededor de 100 ha de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, la cual funcionará como una barrera natural que contendrá o amortiguará aquellos factores de alteración o disturbio que se generen principalmente durante el desmonte, ya que la superficie de conservación se ubicará en los alrededores de la mayor área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales del Proyecto, correspondiente al área de módulos fotovoltaicos que se instalará en la porción centro y noreste de la central fotovoltaica.

III.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

Con base en la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2018) se identificó que, en la Región Ecológica (RE) predominan los usos agropecuarios (áreas agrícolas y de pastizal cultivado), siendo la presencia de coberturas vegetales reducida y correspondiente principalmente a condiciones secundarias (**Figura III-5** y **Tabla III-1**).

Consulta al Público

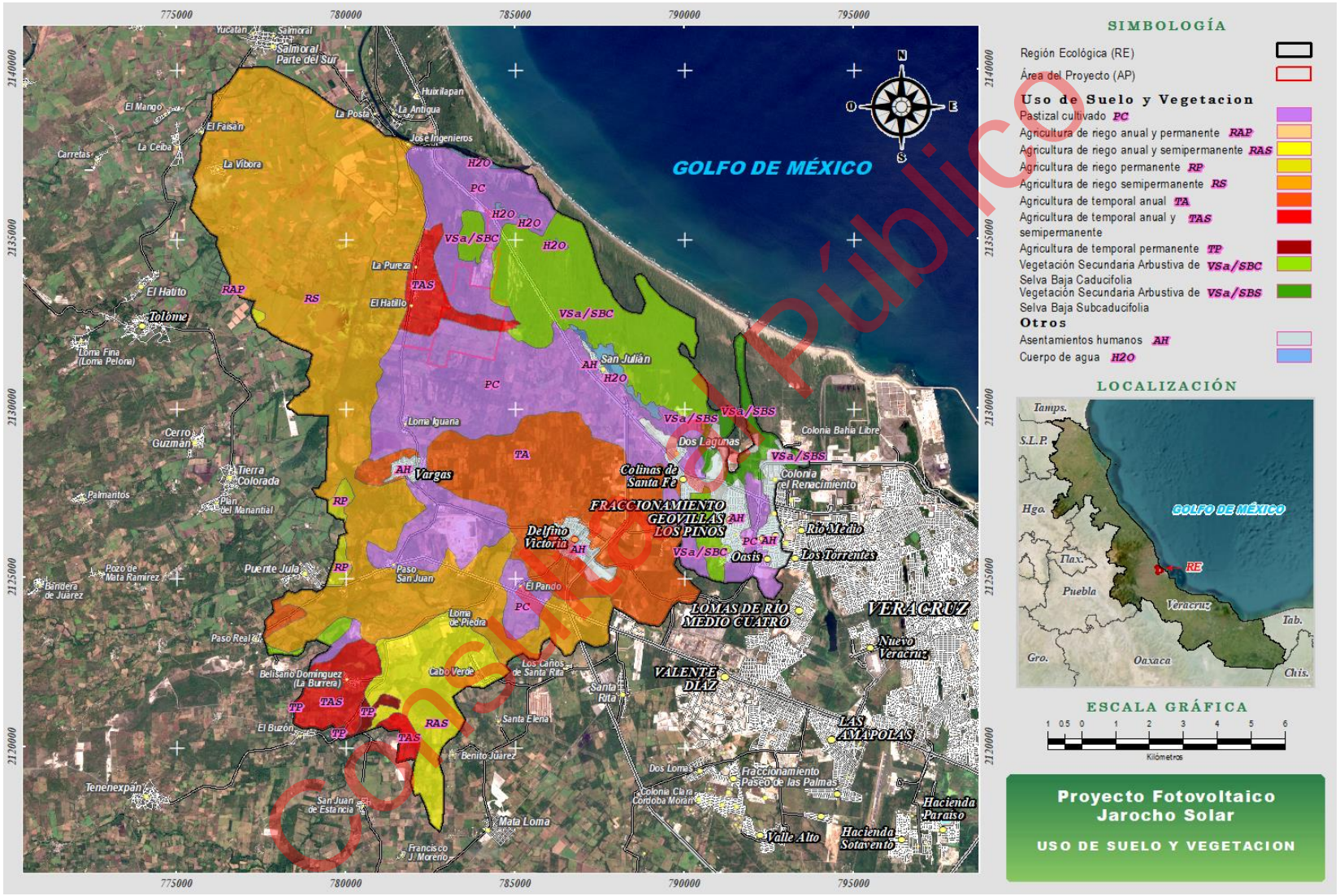


Figura III-5 Distribución del uso de suelo y vegetación dentro de la RE

Copia de Público

Tabla III-1 Uso del suelo y vegetación dentro de la RE

Uso del suelo y vegetación	Clave	Superficie	
		ha	%
Asentamientos humanos	AH	837.696	4.22
Cuerpo de agua	H2O	152.165	0.77
Pastizal cultivado	PC	4,727.560	23.80
Agricultura de riego anual y permanente	RAP	0.218	0.001
Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	1,114.857	5.61
Agricultura de riego permanente	RP	118.233	0.60
Agricultura de riego semipermanente	RS	6,799.218	34.23
Agricultura de temporal anual	TA	2,781.096	14.00
Agricultura de temporal anual y semipermanente	TAS	908.878	4.58
Agricultura de temporal permanente	TP	66.386	0.33
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	VSa/SBC	2,077.182	10.46
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia	VSa/SBS	278.929	1.40
Total		***19,862.418***	***100.00***

De los usos agropecuarios que se presentan en la RE, los correspondientes a agricultura de riego semipermanente (RS) y pastizal cultivado (PC) son los de mayor distribución con el 34.23 % y 23.80 % respectivamente, mientras que el restante 25.12 % de las superficies con usos agropecuarios corresponden a: agricultura de temporal anual (TA), agricultura de riego anual y semipermanente (RAS), agricultura de riego permanente (RP), agricultura de temporal permanente (TP) y agricultura de riego anual y permanente (RAP), por otro lado, el 10.46 % pertenece a vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC) y solo el 1.40 % a la vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia (VSa/SBS).

Los usos de suelo agrícola, como su nombre lo indica, corresponden a las superficies destinadas a actividades agrícolas con un propósito productivo, para obtener alimentos y materias primas agroindustriales. Se clasifican según la forma en que reciben el suministro de agua, la agricultura de temporal depende exclusivamente de la lluvia (cultivos como el maíz de grano y maíz forrajero son los principales para esta zona), mientras que la agricultura de riego recibe agua adicional a través de sistemas de riego (como la caña de azúcar y naranja). Subsecuentemente se agrega la variante que indica la permanencia del cultivo principal, los cultivos anuales son aquellos cuyo periodo de desarrollo es de un año o menos (maíz de grano, maíz forrajero y frijol), los semipermanentes consideran aquellos con una vida media de 2 a 10 años (caña de azúcar) y los permanentes aquellos mayores a 10 años (en la zona principalmente mango).

Consulta al Público

Por otro lado, el pastizal cultivado, es la cubierta herbácea dominada por gramíneas introducidas intencionalmente en una región, en donde se realizan labores de cultivo y manejo con fines productivos (INEGI, 2022).



Figura III-6 Pastizal cultivado presente en la RE

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: 782127, 2131307

Para la clasificación de la vegetación en primera instancia se determina el ecosistema vegetal dentro del cual se agrupan los tipos de vegetación, con base en sus afinidades ecológicas, florísticas, fisonómicas y fenológicas. La selva baja subcaducifolia y selva baja caducifolia son vegetaciones que se desarrollan en ambientes cálidos con temporadas de lluvias y secas muy marcadas, con un porcentaje medio y alto respectivamente, de especies que pierden sus hojas estacionalmente y una altura del dosel superior baja (entre 4 a 14.9 m), por otro lado, se denomina vegetación secundaria arbustiva a la etapa de desarrollo sucesional de la forma de vida dominante afectada por factores antrópicos o naturales (INEGI, 2014).

Consulta al Público



Figura III-7 Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia presente en la RE

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: 782925, 2130182

Consulta al Público

III.3. FLORA

III.3.1. Listado de especies potenciales

Para la elaboración del listado potencial de especies se consideró el tipo de vegetación presente y la ubicación del Proyecto, posteriormente se realizó una búsqueda en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS), de los ciclos 2004-2009, 2009-2014 y 2015-2020, y en el portal del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad de México (SNIB; CONABIO, 2024).

Se compiló un listado de 520 especies (**Anexo III.1 Listado potencial de especies de flora**), pertenecientes a 101 familias y 36 órdenes, de las cuales 11especies se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo normativo III (SEMARNAT, 2019), 9 bajo la categoría de Amenazada (A), *Astronium graveolens*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Erythrina americana*, *Handroanthus chrysanthus*, *Handroanthus impetiginosus*, *Nymphaea odorata*, *Rhizophora mangle* y *Tillandsia concolor*, y 2 Sujetas a protección especial (Pr), *Pilosocereus leucocephalus* y *Cedrela odorata*, esta última fue la única identificada durante los muestreos de campo.

Además, en la Lista Roja de la International Union for the Conservation of Nature (IUCN, 2026) están señaladas 209 de las 520 especies potenciales: 5 con Datos insuficientes (DD), las cuales incluyen a *Carica papaya* y *Opuntia dejecta* especies identificadas en los muestreos de campo; 194 dentro de la categoría de Preocupación menor (LC) (20 identificadas en campo); 3 en la categoría Casi amenazada (NT); 3 como Vulnerable (VU) (categoría que incluye a *Cedrela odorata*); 3 En peligro (EN); y una en Peligro crítico (CR).

De igual forma, en los Apéndices de la Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES, 2026) se identificaron 34 especies en el Apéndice II, destacando *Acanthocereus tetragonus*, *Cedrela odorata* y *Opuntia dejecta* (especies identificadas en los muestreos de campo). La comparación entre ambos listados se presenta en la **Tabla III-2,** se observa una coincidencia de 13.33 % a nivel de genero (46 en común), de 31.68 % a nivel de familias (32 en común), y de 50.00 % a nivel de órdenes (18 en común).

Tabla III-2 Comparación entre el listado potencial y el muestreo de campo

	Ordenes	Familias	Genero
Distribución potencial	36	101	345
Registradas durante el muestreo	20	34	57
Coincidencia	18	32	46
% de coincidencia	50.00 %	31.68 %	13.33 %

El número de especies detectadas en campo es representativo de la diversidad local, ya que refleja las condiciones ecológicas actuales del área durante el período de estudio, considerando las limitaciones propias de todo muestreo, como la estacionalidad, la abundancia de los organismos y la dificultad para acceder a ciertos microhábitats. Esta representatividad se sustenta en el apartado Justificación de los muestreos de flora (Representatividad de los muestreos realizados), donde se utilizan curvas de acumulación de especies para estimar cuántas especies pudieron quedar sin registrar; dichas curvas demuestran que el esfuerzo realizado fue suficiente para caracterizar adecuadamente la comunidad local.

III.3.2. Metodología de muestreo

Considerando que la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional (SEMARNAT, 2022) indica que, de los componentes bióticos que pueden ser considerados y el análisis a alcanzar en el estudio de impacto ambiental se encuentra en la vegetación, para la cual se considera el análisis de la abundancia, riqueza, estructura y diversidad de las comunidades terrestres y/o acuáticas que definen el tipo de vegetación y su distribución en

Consulta al Público

la región, debido a ello, es que el objetivo del muestreo de flora fue caracterizar las comunidades terrestres que definen el tipo de vegetación dentro del AP y su equivalente en la RE, enfocándose únicamente en la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC) por ser el único ecosistema vegetal presente en el AP, ya que en el resto de las superficies del AP se presentan áreas agrícolas (agricultura de riego semipermanente y agricultura de temporal anual y semipermanente), pastizales cultivados, áreas urbanas construidas, áreas desprovistas de vegetación y pastizales inducidos, siendo las áreas agrícolas y de pastizales cultivados consideradas como sistemas manejados por el hombre y que constituyen propiamente una cubierta de uso del suelo, mientras que las áreas urbanas construidas y las áreas desprovistas de vegetación son elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que inciden sobre ellas, y el pastizal inducido es una vegetación inducida que no se considera propiamente un ecosistema vegetal en la que su presencia o aparición es debida principalmente a actividades humanas (INEGI, 2017).

El muestre de flora se realizó del 14 al 19 de mayo del 2026 (época de secas), contemplando para ello un diseño de muestreo sistemático, método que implica la disposición de unidades muéstrales en un patrón regular en la zona de estudio (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Trazándose a partir de un punto determinado al azar, con un espaciado uniforme entre cada punto subsiguiente, lo que en teoría minimiza la correlación espacial entre observaciones, volviéndolo más eficiente (McRoberts *et al*., 1992).

Para la forma de los sitios de muestreo, se optó por utilizar sitios circulares, ya que reducen el error asociado con la selección de elementos de borde, además de ser fáciles de instalar y reducir el tiempo en la toma de datos (De la Hoz *et al*., 2004). Los tamaños o superficies más adecuadas para un sitio circular están en función de lo que se quiera evaluar. El tamaño de parcela dependerá de la densidad y la edad del bosque, considerando que entre más pequeño sea un sitio más fácil y precisa será su delimitación (Romahn de la Vega y Ramírez, 2010), pero acrecentará la cantidad de sitios necesarios para obtener una misma intensidad, por lo que se optó por sitios circulares de 400 $m^{2.}$, basados en el tamaño de sitio realizado en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2020).

La intensidad de muestreo se eligió en función de dos consideraciones: la económica y la estadística, partiendo de lo mencionado por Romahn de la Vega y Ramírez (2010) para inventarios forestales las intensidades de muestreo típicas varían de 0.1 % hasta 1 %, se determinó que el 0.25 %

Consulta al Público

representaba una superficie optima de muestreo, que aunado a el tamaño de sitio previamente determinado resultó en 12 sitios de muestreo.

En cada sitio se registraron las características ambientales predominantes (el porcentaje de pendiente, cobertura de copa, cobertura de suelo y otras observaciones generales de cada sitio) y posteriormente se realizó el muestreo por estratos vegetales: 1) arbóreo, 2) cactáceas, 3) arbustivo y 4) herbáceo, para los primeros dos estratos se consideró la totalidad del área (400 m^2), sin embargo para el estrato arbustivo se realizó un subsitio cuadrado de 9 m^2 delimitado mediante estacas en el extremo oriente del sitio original, a su vez dentro de este se colocó un cuadro de 1 m^2 hecho de tubos de PVC con el que se delimito el área para el muestreo de herbáceas.

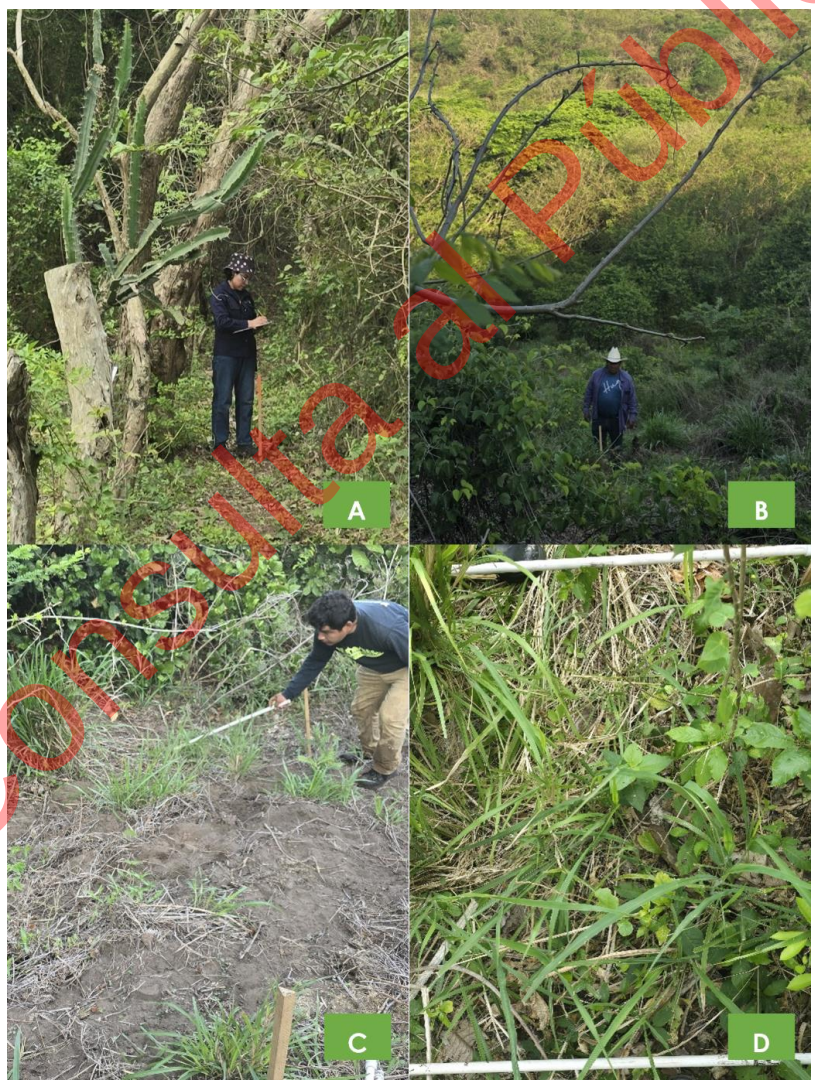


Figura III-8 Delimitación de los sitios de muestreo. A) Colocación de estaca ubicando el centroide del sitio de muestreo, B) Delimitación de sitio circular de 400 m^2, C) Delimitación del cuadrante de arbustos de 9 m^2, y D) Colocación de cuadro de PVC (1 m^2) para herbáceas

Consulta al Público

Para el levantamiento de la información, se utilizaron los siguientes materiales: GPS, estacas, forcípula, flexómetro (5 m), clinómetro digital, cuerda compensada (previamente calibrada), cámara fotográfica, libreta de anotaciones, formato de campo para la toma de datos, cuadro de 1 m² (formado por tubos de PVC), regla de 15 cm y estacas de madera.

La ubicación de los sitios de muestreo se determinó a través del GPS desde los puntos previamente cargados a su base de datos. Para el estrato arbóreo se registró a todos los individuos del sitio con un diámetro normal (DN) mayor o igual a 6 cm, registrando la especie, la altura y el DN, para las cactáceas (plantas con tallos u hojas suculentas, en muchos casos perenne) se registró la especie, la cobertura y altura de cada individuo.

Posteriormente se delimito el área para el muestreo de los arbustos (principalmente individuos con DN menor a 6, lignificados), registrando la especie, la cobertura dentro del área delimitada y altura de cada uno. Por último, en el subsitio de herbáceas se midió la cobertura de cada especie presente. También se recolectó material vegetativo y se tomaron fotografías de las especies para facilitar su identificación.

En la **Tabla III-3** se presenta el resumen de la metodología utilizada para la realización de los muestreos de flora realizados en el AP y la RE, mientras que apartados posteriores se detalla la información relacionada con los muestreos realizados.

Tabla III-3 Resumen de la metodología utilizada en los muestreos de flora

Area	Tipo	Método	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo	Estacionalidad	Fecha de realización	Esfuerzo del muestreo	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
AP	Sistemático	Área Puntual (parcelas circulares de 400 m² y subparcelas)	12	Diurno	Secas	15 al 19 de mayo del 2026	16.3 horas	Estacional	Terrestre
RE	Sistemático	Área Puntual (parcelas circulares de 400 m² y subparcelas)	7	Diurno	Secas	14 al 17 de mayo del 2026	10.8 horas	Estacional	Terrestre

Además de los muestreos de flora, también se empleó el método de puntos de verificación de forma complementaria, para la caracterización de los pastizales, junto con la vegetación silvestre asociada a estos usos de suelo. En cada punto se realizó una observación sistemática en los cuatro puntos cardinales, registrando las especies presentes y la vegetación silvestre asociada. Esta estrategia permitió obtener una visión general de la composición florística y de las variaciones en

Consulta al Público

la cobertura vegetal de estos usos de suelo, sin aplicar parcelas de muestreo convencionales, debido a que se trata de sistemas altamente transformados donde el objetivo principal es la caracterización de la vegetación asociada y no la estimación de la estructura ecológica de una comunidad natural.

III.3.2.1. Sitios de muestreo

Se evaluaron un total de 19 sitios de muestreo en la época de secas, 12 dentro del Área del Proyecto (AP) y 7 más en la Región Ecológica (RE). En la **Tabla III-4** se agrupan las coordenadas de los sitios y en la **Figura III-9** se observa su distribución espacial.

En primera instancia el número de sitios para el AP y la RE era el mismo, sin embargo, debido a cuestiones logísticas y de permisos para el acceso a predios ajenos al Proyecto no fue posible la realización de algunos sitios de muestreo.

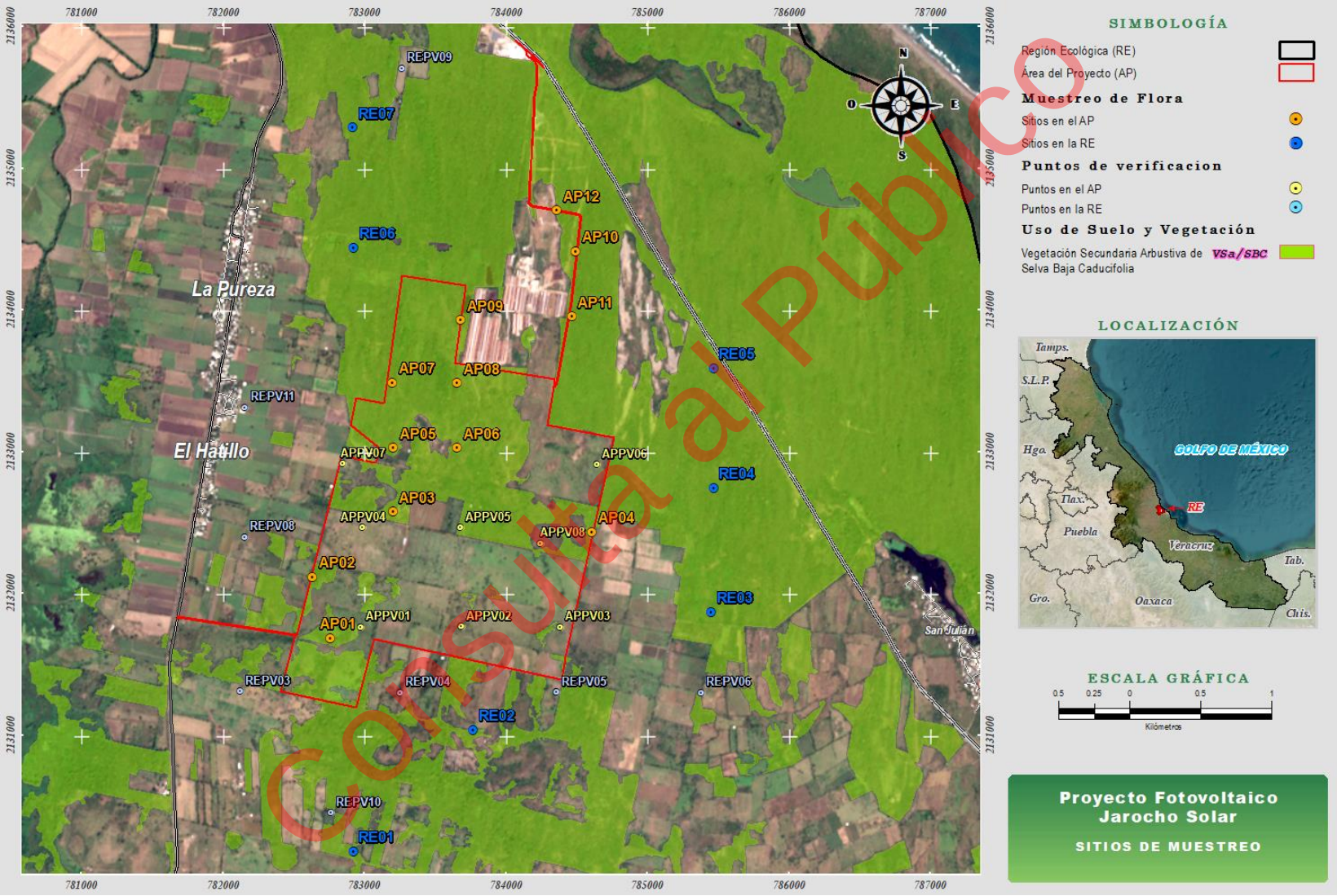
Tabla III-4 Sitios de muestreo de flora realizados en el AP y RE

Ubicación	Sitio	Coordenadas[1]	
		X	Y
AP	1	782763	2131686
	2	782636	2132117
	3	783204	2132578
	4	784612	2132437
	5	783206	2133029
	6	783658	2133030
	7	783203	2133490
	8	783659	2133487
	9	783683	2133930
	10	784494	2134417
	11	784470	2133955
	12	784362	2134707
RE	1	782925	2130182
	2	783774	2131040
	3	785458	2131870
	4	785474	2132746
	5	785474	2133591
	6	782928	2134441
	7	782924	2135291

[1]*Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.*

Aunado a los puntos de muestreo, se realizaron puntos de verificación con el fin de corroborar los usos de suelo marcados por el INEGI (2018) e identificados mediante imágenes satelitales, se realizaron 8 sitios en el AP y 8 más en la RE (**Tabla III-5**).

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura III-9 Distribución espacial de los sitios de muestreo de flora realizados en el AP y la RE

Tabla III-5 Sitios de verificación del uso de suelo presente en el AP y RE

Ubicación	Sitio	Coordenadas[1]	
		X	Y
AP	1	782980	2131763
	2	783692	2131764
	3	784391	2131763
	4	782990	2132464
	5	783683	2132464
	6	784648	2132910
	7	782852	2132915
	8	784249	2132353
RE	3	782126	2131307
	4	783256	2131299
	5	784361	2131301
	6	785384	2131300
	8	782162	2132398
	9	783268	2135705
	10	782771	2130452
	11	782161	2133311

[1]*Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.*

Con la cantidad de sitios de muestreo se cubrieron 0.28 ha en la RE y 0.48 ha en el AP, lo que corresponde a una intensidad de muestreo del 0.25 % para las 190.678 ha de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC) que se identificaron dentro del AP, quedando entre las intensidades de muestreo recomendadas para inventarios forestales (Romahn de la Vega y Ramírez, 2010) y una intensidad de muestreo del 0.01 % para las 2077.182 ha que se identificaron en la RE.

III.3.2.2. Esfuerzo de muestreo

Se conformó una brigada integrada por 2 técnicos y un auxiliar de campo previamente capacitado. En la **Tabla III-6** se resume el número de sitios evaluados por día, así como las horas efectivas invertidas.

Tabla III-6 Sitios de muestreo totales y horas efectivas empleadas

Mes	Día	AP		RE	
		Horas efectivas	Número de sitios	Horas efectivas	Número de sitios
Mayo (temporada de secas)	14	--	--	4	2
	15	6.3	5	--	--
	16	1.5	1	1.5	1

Consulta al Público

Mes	Día	AP		RE	
		Horas efectivas	Número de sitios	Horas efectivas	Número de sitios
	17	--	--	5.3	4
	18	6.5	5	--	--
	19	2	1	--	--
Total	***6***	***16.3***	***12***	***10.8***	***7***

En resumen, se necesitaron 27.1 h para la realización de los 19 sitios de muestreo, lo que en promedio resulta en 1.43 h (1h 26 m) empleadas para cada sitio de muestreo. El esfuerzo de muestreo obtenido no considera los tiempos de traslado ni los descansos.

III.3.3. Análisis de datos

De los datos que se recopilaron en campo, se construyó una base de datos en el que se relaciona cada estrato o forma de vida (arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceas) presente en cada sitio de muestreo. Estos datos fueron analizados conforme a las características necesarias para estimar el Índice de Valor de Importancia y la riqueza de especies, con la metodología que se describe a continuación.

III.3.3.1. Descripción cuantitativa

III.3.3.1.1. Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es un indicador estructural, cuantitativo y preciso que permite jerarquizar la dominancia e importancia de cada especie dentro de una comunidad, a partir de su frecuencia, densidad y cobertura o dominancia. Este índice define qué especies contribuyen significativamente a la estructura de la comunidad, al considerar su distribución espacial: aquellas con valores altos de IVI tienden a presentar patrones regulares, mientras que las de bajo valor muestran patrones dispersos o irregulares (Verdugo, 2017). Además, proporciona información sobre la influencia relativa de cada especie en el ecosistema (Franco *et al.*, 1989). Para su cálculo, los valores de frecuencia, densidad y dominancia se transforman a porcentajes relativos, de modo que cada componente sume 100 % y el total del IVI alcance un máximo de 300 % (Verdugo, 2017). A continuación, se presenta la fórmula para calcular este índice.

$$\boldsymbol{IVI = D_eR + FR + D_oR}$$

Donde:

IVI = *Índice de Valor de Importancia*

Consulta al Público

De_R *= Densidad relativa.* ***Densidad*** *de una especie referida a la densidad total de todas las especies del área multiplicada por 100*

Densidad *= Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen*

FR *= Frecuencia relativa.* ***Frecuencia*** *de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies multiplicada por 100*

Frecuencia *= Número de muestras en las que se encuentra la especie*

D_oR *= Dominancia relativa. Es la* ***Dominancia*** *de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies multiplicada por 100*

Dominancia *= Es la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie*

A continuación, se describe de manera más detallada cada uno de los componentes de la fórmula del IVI.

A. Densidad

La densidad hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la densidad absoluta (número de individuos por especie) y la densidad relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema) (Huertas y Benavides, 2018).

La densidad absoluta y relativa de cada especie se obtuvo a través de las siguientes ecuaciones (Mora *et al.*, 2017):

$$De_i = \frac{N_i}{S}$$

$$DeR_i = \left[\frac{De_i}{\sum_{i=1\ldots n} De_i}\right] * 100$$

Donde:

De_i *= Densidad absoluta*

DeR_i *= Densidad relativa de la especie* ***i*** *respecto a la densidad total*

N_i *= Número de individuos de la especie* ***i***

S *= Superficie de muestreo (ha)*

Consulta al Público

B. Dominancia

La dominancia se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo o las áreas básales, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste (Huertas y Benavides, 2018).

La dominancia relativa y absoluta se determinó mediante las siguientes ecuaciones (Mora *et al.*, 2014):

$$Do_i = \frac{Ab_i}{S}$$

$$DoR_i = \left[\frac{Do_i}{\sum_{i=1\ldots n} Do_i}\right] * 100$$

Donde:

Do_i = *Dominancia absoluta*

DoR_i = *Dominancia relativa de la especie* **i** *respecto a la dominancia total*

Ab = *Área de copa de la especie* **i**

S = *Superficie de muestreo (ha)*

C. Frecuencia

La frecuencia permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. Mientras que la frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Huertas y Benavides, 2018).

La frecuencia relativa y absoluta se obtuvo con las siguientes ecuaciones (Mora *et al.*, 2014):

$$F_i = \frac{P_i}{NS}$$

$$FR_i = \left[\frac{F_i}{\sum_{i=1\ldots n} F_i}\right] * 100$$

Donde:

F_i = *Frecuencia absoluta*

FR_i = *Frecuencia relativa de la especie* **i** *respecto a la frecuencia total*

Consulta al Público

P_i = *Es el número de sitios en la que está presente la especie* ***i***

NS = *Número total de sitios de muestreo (ha)*

III.3.3.1.2. Análisis de biodiversidad

A. Índice de Shannon – Wiener (H')

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se le considera homogénea. Para valorar dicha diversidad se calculó el Índice de diversidad de Shannon-Wiener el cual se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo que varía comúnmente entre 1 y 5. Aunque existe una variedad de índices que cuantifican la diversidad de los ecosistemas, el índice de Shannon-Wiener es el más utilizado, ya que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, además de que mide el grado promedio de incertidumbre y predice a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección y asume que los individuos son seleccionados al azar estando todas las especies representadas en la muestra (Moreno, 2001; Magurran, 1988).

La fórmula para la obtención del índice de Shannon-Wiener es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i * In(P_i)$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

H' = *Índice de Shannon-Wiener*

S = *Número de especies presentes*

N = *Número total de individuos*

n_i = *Número de individuos de la especie* ***i***

In = *Logaritmo natural (base e)*

P_i = *Abundancia proporcional de las especies* ***i***

Los valores obtenidos se interpretan de la siguiente manera (Margalef, 1972):

Valor	Significado
Menor a 2	Diversidad baja
De 2.1 a 3.4	Moderado o diversidad media

Consulta al Público

Mayor a 3.5	Diversidad alta

B. Índice de Margalef (Mg)

Para obtener el índice de riqueza específica se usa el coeficiente de Margalef. Este índice representa la riqueza de especies de un determinado lugar. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Valdez *et al*., 2018). Es decir que determina la diversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número total de individuos existentes en la muestra analizada (Manzanilla *et al.* 2020).

Se calcula con la siguiente ecuación, siendo que, a mayor valor de Mg, mayor riqueza de especies (Álvarez *et al*., 2004):

$$Mg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

Mg = *Diversidad especifica de Margalef*

S = *Número total de especies presentes*

N = *Número total de individuos*

ln = *Logaritmo natural (base e)*

Este índice mide la riqueza específica, considerando los valores obtenidos de la siguiente manera (Margalef, 1958):

Valor	Significado
Menor a 2	Zona de baja diversidad
De 2.1 a 4.9	Zona de moderada o diversidad media
Mayor a 5	Zona de alta diversidad

C. Índice de Equidad de Pielou (J')

El índice de equidad de Pielou se representa normalmente como J', permite conocer cuál es el grado de equidad de las diferentes comunidades o grupos poblacionales que componen una comunidad. Sus valores oscilan entre cero y uno, en donde el valor de uno indica que todas las

Consulta al Público

especies tienen el mismo peso demográfico y cero un peso totalmente desigual (Magurran, 1988). El cálculo se realiza con base en la siguiente ecuación:

$$J' = \frac{H'}{ln\, S}$$

Donde:

J' = *Índice de equidad de Pielou*

H' = *Índice de Shannon-Wiener*

S = *Riqueza especifica (Número total de especies presentes)*

Los valores obtenidos del índice se interpretan con base a la siguiente escala (Aguirre, 2013):

Valor	Significado	
De 0 – 0.33	Heterogéneo en abundancia	Diversidad baja
De 0.34 – 0.66	Ligeramente heterogéneo en abundancia	Diversidad media
Mayor a 0.67	Homogéneo en abundancia	Diversidad alta

D. Índice de diversidad de Simpson (λ)

Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Valdez *et al.*, 2018). Para obtener este índice primero se calcula la dominancia.

$$D = \sum P_i^2$$

Donde:

D = *Índice de dominancia*

Pi = *Proporción de la especie* $i = n/N$

n = *Número de individuos de la especie*

N = *Número total de especies*

El valor de D oscila entre 0 y 1. En ausencia de diversidad, donde hay sólo una especie presente, el valor de D es 1. Cuando la riqueza y la equitatividad de la especie se incrementan, el valor se aproxima a 0 (Smith *et al.*, 2007). Entonces tenemos que:

$$\text{Índice de Simpson} = \lambda = 1 - D$$

Consulta al Público

El valor de este índice también oscila entre 0 y 1, pero ahora el valor se incrementa con la diversidad. En ese caso, el índice representa la posibilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a diferentes especies (Smith *et al.*, 2007). Interpretándose de la siguiente manera:

Valor	Significado
De 0 – 0.33	Diversidad baja
De 0.34 – 0.66	Diversidad media
Mayor a 0.67	Diversidad alta

E. Índice de Berger – Parker (d)

Para conocer la dominancia de alguna de las especies se realizó el análisis mediante el Índice de Berger-Parker, este análisis es una forma simple de medir la dominancia, en virtud de la simplicidad de su cálculo. El índice adquiere valores comprendidos entre 0 y 1. Este índice expresa la importancia proporcional de las especies más abundantes. Un incremento en el valor de este índice se interpreta como un aumento en la dominancia y una disminución de la equidad (Magurran, 1988).

La expresión matemática para determinar el índice es:

$$d = {N_{max}}/{N}$$

Donde:

d = *Índice de Berger-Parker*

N_{max} = *Número de individuos de la especie más abundante*

N = *Número total de individuos registrados de todas las especies*

Los valores obtenidos del índice se interpretan de la siguiente manera:

Valor	Significado	Significado
De 0 – 0.33	No hay dominancia	Homogéneo en abundancia
De 0.34 – 0.66	Dominancia media	Ligeramente heterogéneo en abundancia
Mayor a 0.67	Dominancia de una especie	Heterogéneo en abundancia

Consulta al Público

F. Índice de Jaccard (J)

Para conocer la similitud entre dos áreas de estudio el cálculo del Índice de Jaccard permite medir el grado de similitud entre ambos. El rango de este índice es de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001). Utilizando la siguiente fórmula:

$$J = \frac{c}{a + b - c} * 100$$

Donde:

J = *Índice de Jaccard*

a = *Número de especies presentes en el sitio A*

b = *Número de especies presentes en el sitio B*

c = *Número de especies presentes en ambos sitios A y B*

Los valores obtenidos se interpretan de la siguiente manera (Aguirre, 2013):

Valor	Significado	Significado
De 0 – 0.33	No parecidos	Disimiles o diferentes florísticamente
De 0.34 – 0.66	Medianamente parecidos	Medianamente disimiles florísticamente
Mayor a 0.67	Muy parecidos	Similares florísticamente

III.3.3.2. Curvas de acumulación de especies

En el inventariado de la diversidad biológica a menudo resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en el área de interés. Este es un gran problema, dado que la riqueza de especies es la principal variable descriptiva de la biodiversidad. Las curvas de acumulación de especies, se puede ver como un modelo que relaciona el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar las estimaciones de riqueza obtenidas en trabajos de inventariado (Jiménez y Hortal, 2003). El esfuerzo de muestreo puede ser de diferentes tipos, como el número de individuos colectados, el número acumulado de muestras o tiempo de muestreo (Bautista *et al*., 2013).

Para evaluar la efectividad del muestreo en la captura de la diversidad de la vegetación tanto en el AP como en la RE, se emplearon modelos no paramétricos para generar las curvas de acumulación de especies. El objetivo de este análisis es identificar una curva asintótica, como se ejemplifica en la **Figura III-10** donde se ilustra como el número de especies registradas en una zona

Consulta al Público

aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota) (Escalante, 2003), lo que sugiere que, aunque se realicen más muestreos, no se observará un aumento significativo en el número de especies registradas (Álvarez *et al*., 2004).



Figura III-10 Ejemplificación de una curva de acumulación de especies

Fuente: Escalante, 2003.

Para la elaboración de estas curvas se utilizaron los estimadores Chao 1 y ACE (basados en datos de abundancia), así como Bootstrap, ICE, Jack 1 y Chao 2 (basados en datos de incidencia, es decir, en la proporción de muestras en las que está presente cada especie). El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 1997), ampliamente utilizado en estudios de diversidad biológica por su capacidad para analizar una gran variedad de grupos taxonómicos. Las gráficas de acumulación de especies fueron generadas con el programa Excel.

III.3.3.3. Categoría de riesgo de las especies registradas

Una vez identificadas y validadas las especies de flora registradas tanto en el RE como en el AP, se realizó su búsqueda en los siguientes listados de estatus de conservación: la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y su Anexo normativo III (SEMARNAT, 2019), la Lista Roja de la International Union for the Conservation of Nature (IUCN, 2026) y los Apéndices de la Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES, 2026). Esta revisión, tanto en la normativa nacional como en la internacional, permite identificar si las especies presentes en la RE,

Consulta al Público

y especialmente en el AP, requieren una atención especial durante las actividades relacionadas con el Proyecto, con el fin de garantizar su cuidado y conservación sin poner en riesgo su integridad.

III.3.4. Especies identificadas en campo y prioritarias para la conservación

Este apartado presenta el listado de especies registradas en los muestreos de campo. A partir de él, se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010 para detectar a las especies en alguna categoría de riesgo, y se utilizó la plataforma Enciclovida (2026) para verificar su origen e identificar aquellas que son endémicas. Cabe mencionar que durante la realización de los puntos de verificación se encontraron dos especies extras a las ya registradas en los muestreos de campo, *Psidium guajava* y *Cynodon dactylon,* sin embargo, estas especies no se avistaron en el área considerada como vegetación.

Tabla III-7 Especies de flora registradas

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Endemismo	Categoría de riesgo			Número de individuos	Presencia[3]	
				NOM-059[1]	IUCN[2]	CITES		AP	RE
Acacia macracantha	Espino Blanco	Nativa	No	-	LC	-	39	X	X
Acalypha sp.	Pata de totol	Nativa	No	-	-	-	48	X	X
Acanthocereus tetragonus	Cruceta	Nativa	No	-	LC	Apéndice II	24	X	X
Achatocarpus nigricans	Palo dulce	Nativa	No	-	LC	-	4	X	X
Achyranthes aspera	Chile gato	Exótica	No	-	-	-	3	X	
Adelia barbinervis	Peonchi	Nativa	No	-	LC	-	4	X	
Adenophyllum aurantium	Huele de noche	Endémica	Si	-	-	-	1	X	
Amphilophium crucigerum	Bejuco de canoíta	Nativa	No	-	-	-	4	X	X
Attalea butyracea	Palma Coyul	Nativa	No	-	LC	-	6	X	X
Bonellia macrocarpa	Rosalia	Nativa	No	-	LC	-	15	X	X
Bromelia pinguin	Cardon	Nativa	No	-	-	-	71	X	X
Buddleja americana	Tepozan	Nativa	No	-	LC	-	1		X
Bursera simaruba	Mulato	Nativa	No	-	LC	-	7	X	X
Carica papaya	Papaya	Nativa	No	-	DD	-	1		X
Casearia laetioides	Volador	Nativa	No	-	LC	-	1		X
Cedrela odorata	Cedro	Nativa	No	Pr	VU	Apéndice II	1		X
Ceiba aesculifolia	Pochote	Nativa	No	-	LC	-	1		X
Cestrum dumetorum	Chacuaco	Nativa	No	-	-	-	5	X	X
Chamissoa altissima	Bejuco de agua	Nativa	No	-	-	-	1	X	
Chromolaena odorata	Gobernadora	Nativa	No	-	-	-	3	X	

Consulta al Público

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Endemismo	Categoría de riesgo			Número de individuos	Presencia[3]	
				NOM-059[1]	IUCN[2]	CITES		AP	RE
*Cnidoscolus sp.**	Mala mujer	Nativa	No	-	LC	-	2		X
Colubrina heteroneura	Limoncillo	Nativa	No	-	LC	-	6	X	X
*Commelina sp.**	Hierba del sapo	Exótica	No	-	LC	-	27	X	X
Diphysa carthagenensis	Quebrache	Nativa	No	-	LC	-	108	X	X
*Ehretia spp. **	Raspa sombrero	Nativa	No	-	LC	-	7	X	X
Enterolobium cyclocarpum	Parota	Nativa	No	-	LC	-	2	X	
Gliricidia sepium	Cocuite	Nativa	No	-	LC	-	66	X	X
Guazuma ulmifolia	Guasima	Nativa	No	-	LC	-	40	X	X
Indeterminada 1	Borreguillo	--	No	-	-	-	4	X	X
Indeterminada 2	Ciruelillo	--	No	-	-	-	11	X	X
Indeterminada 3	Tres Hojas	--	No	-	-	-	12		X
Indeterminada 4	Hoja del negro	--	No	-	-	-	20	X	
*Ipomoea spp.**	Ipomoea	Nativa	No	-	LC	-	18	X	X
Jatropha curcas	Piñon	Nativa	No	-	LC	-	2		X
Lantana camara	Nigua	Nativa	No	-	-	-	3	X	
*Leucaena sp.**	Guaje	Nativa	No	-	-	-	5	X	X
Luehea candida	Algodoncillo	Nativa	No	-	LC	-	1	X	
Maclura tinctoria	Moral	Nativa	No	-	LC	-	5	X	
Malpighia glabra	Vara negra	Nativa	No	-	LC	-	16	X	X
Malvaviscus arboreus	Manzanita	Nativa	No	-	LC	-	13	X	X
Megathyrsus maximus	Privielegio	Exótica-Invasora	No	-	-	-	23	X	X
Momordica charantia	Cunde amor	Exótica-Invasora	No	-	-	-	3	X	
Mucuna pruriens	Picapica	Exótica	No	-	-	-	5	X	
Opuntia dejecta	Nopal	Nativa	No	-	DD	Apéndice II	73	X	X
*Oxalis sp.**	Trebol	Nativa	No	-	-	-	3		X
Pachyrhizus erosus	Jicama cimarron	Nativa	No	-	-	-	3	X	
Parmentiera aculeata	Chote	Nativa	No	-	LC	-	1	X	
Paullinia fuscescens	Nueve hojas	Nativa	No	-	-	-	28	X	X
Pithecellobium dulce	Muchite	Nativa	No	-	LC	-	2	X	X
Randia aculeata	Crucetillo	Nativa	No	-	LC	-	8	X	X
*Randia sp.**	Paso huarache	Nativa	No	-	LC	-	3		X
Rivina humilis	Mora	Nativa	No	-	-	-	3	X	
Ruellia blechum	Cola de gato	Nativa	No	-	-	-	1	X	
Senna atomaria	Alcaparra	Nativa	No	-	LC	-	3	X	X

Consulta al Público

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Endemismo	Categoría de riesgo			Número de individuos	Presencia[3]	
				NOM-059[1]	IUCN[2]	CITES		AP	RE
Senna uniflora	Cacahuatillo	Nativa	No	-	-	-	1	X	
*Sida sp.**	Escobilla	Nativa	No	-	-	-	85	X	X
Solanum houstonii	Berenjena	Endémica	Si	-	-	-	2	X	X
Stachytarpheta jamaicensis	Hierba de zorrilo	Nativa	No	-	LC	-	107	X	X
Syngonium podophyllum	Lengua de perro	Nativa	No	-	-	-	1		X
*Tabernaemontana sp.**	Huevo de gato	Nativa	No	-	LC	-	44	X	X
Triumfetta semitriloba	Cadillo negro	Nativa	No	-	LC	-	20	X	X
Vachellia cornigera	Cornizuelo	Nativa	No	-	LC	-	26	X	X
Wissadula amplissima	Tronador	Nativa	No	-	-	-	22	X	

*[1](Pr) Sujeta a protección especial, [2](DD) Datos insuficientes, (VU) Vulnerable, (LC) Preocupación menor, [3](X) Especie identificado durante el muestreo de flora en el área correspondiente, *para las especies identificadas hasta genero se realizó una revisión de todas las especies distribuidas en la zona y se asignó la categoría más alta de protección.*

En resumen, se registraron 63 especies en los sitios de muestreo, 52 especies se encontraron en el AP, 45 en la RE y 34 especies en ambas áreas, en total se registraron 1,075 individuos, 594 en el AP y 481 en la RE, destaca *Diphysa carthagenensis* y *Stachytarpheta jamaicensis* con 108 y 107 individuos registrados en total, así como *Sida* sp. con 84 individuos registrados en el AP y *Opuntia dejecta* con 64 individuos registrados en la RE.

De las 59 especies identificadas 52 son nativas, 2 son endémicas y 5 son exóticas, en cuanto a las categorías de riesgo solo *Cedrela odorata* está incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de Sujetas a protección especial (Pr), mientras que en la Lista Roja de la IUCN *Cedrela odorata se encuentra como* Vulnerable (VU), 33 especies más se encuentran como Preocupación menor (LC) y 2 con Datos insuficientes (DD), por último, dentro del Apéndice II de la CITES se encuentra *Cedrela odorata, Acanthocereus tetragonus* y *Opuntia dejecta.*

III.3.4.1. Distribución de las especies en categoría de riesgo presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010

A continuación, se presenta la distribución conocida y potencial de la única especie identificada en campo que se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo con el listado actualizado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como una pequeña descripción de esta, el **Anexo III.3 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010** incluye la ubicación de la especie y un mapa de en la que se presenta la ubicación de la especie encontrada durante los muestreos de campo.

Consulta al Público

***Cedrela odorata* (Cedro)**

Especie: Cedrela odorata L. Familia: Meliaceae

Nombre común: Cedrillo, Cedro, Cedro Rojo, Cedro cebollo, Cedro colorado, Cedro hembra (Enciclovida, 2026).

Origen y distribución: Originario de América tropical, en Mexico se encuentra en los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Campeche, Chiapas, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca, Jalisco y Sinaloa (Niembro, Vázquez y Sánchez, 2010).

Hábitat y ecología: Habita en distintas selvas, principalmente como vegetación secundaria desde el nivel del mar a 1,000 (1,700) m.s.n.m. (Quinto, Martínez, Pimentel y Rodríguez, S.A)

Descripción: Árbol caducifolio de hasta 35 m de alto y 1.7 m de diámetro. Tronco recto con ramas ascendentes y gruesas, de copa redondeada y densa. Corteza externa fisurada, pardo grisáceo a moreno rojiza. Hojas en espiral, paripinnadas o imparipinnadas, compuestas, folíolos opuestos o alternos, lanceolados u oblongos, de color verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés. Especie monoica, inflorescencia en panículas terminales, los frutos son cápsulas dehiscentes, elipsoides, pardo verdoso a moreno (Vázquez, 2017).



Figura III-11 *Cedrela odorata*

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: 782924, 2135291

Consulta al Público

Importancia: Después de la caoba es la segunda especie maderable más importante de la industria forestal en zonas tropicales del país siendo objeto de plantaciones comerciales en diversas regiones. La raíz y la corteza son utilizadas en medicina tradicional y las flores son melíferas. Es plantado como cerco vivo, cortina rompevientos y para sombra u ornato alrededor de las viviendas (Niembro, Vázquez y Sánchez, 2010).

Estado de conservación: Es una especie amenazada sujeta a protección especial bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, la extracción intensiva de su madera y el cambio del uso del suelo ha disminuido sus poblaciones y áreas de distribución, es vulnerable al cambio climático lo que está impactando en su fenología y nicho ambiental (Rodríguez, J., Sampayo, S., Bautista, H., y Sánchez, F, 2024). Incluida en el Apéndice III de CITES desde el 2001 y posteriormente en el Apéndice II a raíz de la CoP18 en agosto de 2019. Fue evaluada en el 2017 para la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN y fue catalogada como Vulnerable, en su evaluación destaca que, a pesar de su amplia distribución, ha sido cortado selectivamente durante al menos 250 años talando árboles antes incluso de alcanzar la madurez.

III.3.4.2. Especies de flora de importancia registradas en las áreas de afectación del Proyecto

Derivado de las actividades de desmonte previstas para la construcción del Proyecto, se evaluaron las especies presentes en el área que será afectada, tomando como referencia los sitios AP01, AP02, AP03, AP10, AP11 y AP12. Como resultado, se identificaron 43 especies, de las cuales ninguna se encuentra catalogada como endémica ni Sujeta a protección especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, únicamente *Acanthocereus tetragonus* y *Opuntia dejecta* se encuentran incluidas en el Apéndice II de la CITES.

En la **Tabla III-8** se presentan las especies de importancia que podrían verse afectadas, así como el número de individuos registrados en los sitios de muestreo antes mencionados. Para ello, se consideraron aquellas especies con importancia médica, económica, ecológica, social, cultural y/o religiosa (Enciclovida, 2026; Moreno y Paradowska, 2009).

Consulta al Público

Tabla III-8 Especies de importancia presentes en las áreas de afectación del Proyecto

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Categoría de riesgo			Importancia[2]	Número de individuos	Tipo de afectación	Tipo de vegetación	Ubicación[3]
			NOM-059	IUCN[1]	CITES					
Acanthocereus tetragonus	Cruceta	No	-	LC	Apéndice II	E	2	Desmonte	Forestal	AP11
Adelia barbinervis	Peonchi	No	-	LC	-	M-EC	4	Desmonte	Forestal	AP11
Attalea butyracea	Palma Coyul	No	-	LC	-	E	2	Desmonte	Forestal	AP01, AP10, AP11
Bromelia pinguin	Cardon	No	-	-	-	M-E	40	Desmonte	Forestal	AP11, AP12
Bursera simaruba	Mulato	No	-	LC	-	M-E-EC-S	2	Desmonte	Forestal	AP11, AP12
Cestrum dumetorum	Chacuaco	No	-	-	-	M-S	4	Desmonte	Forestal	AP02
Enterolobium cyclocarpum	Parota	No	-	LC	-	M-E-EC	1	Desmonte	Forestal	AP02
Gliricidia sepium	Cocuite	No	-	LC	-	M-E-EC-S	21	Desmonte	Forestal	AP01, AP02, AP10, AP12
Guazuma ulmifolia	Guasima	No	-	LC	-	M-E-EC-S	19	Desmonte	Forestal	AP01, AP02, AP03, AP10, AP11, AP12
Maclura tinctoria	Moral	No	-	LC	-	M-EC	5	Desmonte	Forestal	AP11
Malpighia glabra	Vara negra	No	-	LC	-	M-EC	2	Desmonte	Forestal	AP11
Opuntia dejecta	Nopal	No	-	DD	Apéndice II	E	1	Desmonte	Forestal	AP12
Pithecellobium dulce	Muchite	No	-	LC	-	M-E-EC	1	Desmonte	Forestal	AP11
Vachellia cornigera	Cornizuelo	No	-	LC	-	M-EC	7	Desmonte	Forestal	AP02, AP12

[1](LC) Preocupación menor, [2](M) importancia médica, (E) importancia económica, (EC) importancia ecológica (S) Importancia social, religiosa o cultural, 3 Las coordenadas de ubicación de las especies se presentan en la ***Tabla III-4****.*

III.3.5. Índices de diversidad

En el inciso **III.3.6 Justificación de los muestreos de flora** se encuentra el análisis estadístico mediante curvas de acumulación que demuestra la representatividad de los muestreos realizados, las memorias de cálculo correspondientes a los índices de diversidad se presentan en el **Anexo III.4**.

Consulta al Público

III.3.5.1. Abundancias e Índices de Valor de Importancia (IVI) en la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC) presente en el Área del Proyecto (AP)

III.3.5.1.1. Abundancia e IVI del estrato arbóreo

La **Tabla III-9** presenta la abundancia y el índice de valor de importancia de las 18 especies que integran el estrato arbóreo de la VSa/SBC muestreada en el AP. *Gliricidia sepium* fue la especie más abundante y también la que registró el mayor IVI, con un valor de 66.527.

Tabla III-9 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato arbóreo de la VSa/SBC muestreada en el AP

Especie	Abundancia	Densidad1		Dominancia1		Frecuencia1		IVI
		De	DeR	Do	DoR	F	FR	
Gliricidia sepium	45	94	31.023	0.830	22.043	0.583	13.462	66.527
Guazuma ulmifolia	21	44	14.521	0.368	9.770	0.667	15.385	39.676
Diphysa carthagenensis	13	28	9.241	0.282	7.504	0.500	11.538	28.283
Attalea butyracea	3	7	2.310	0.825	21.925	0.167	3.846	28.082
Acacia macracantha	12	25	8.251	0.209	5.556	0.333	7.692	21.499
Enterolobium cyclocarpum	2	5	1.650	0.511	13.567	0.167	3.846	19.063
Bursera simaruba	5	11	3.630	0.197	5.223	0.417	9.615	18.468
Tabernaemontana sp.	11	23	7.591	0.102	2.699	0.333	7.692	17.983
Maclura tinctoria	5	11	3.630	0.212	5.635	0.083	1.923	11.188
Vachellia comigera	5	11	3.630	0.036	0.961	0.250	5.769	10.361
Colubrina heteroneura	3	7	2.310	0.028	0.740	0.250	5.769	8.820
Cestrum dumetorum	4	9	2.970	0.068	1.798	0.083	1.923	6.691
Adelia barbinervis	3	7	2.310	0.029	0.767	0.083	1.923	5.000
Leucaena sp.	3	7	2.310	0.019	0.496	0.083	1.923	4.729
Ehretia spp.	2	5	1.650	0.019	0.497	0.083	1.923	4.071
Pithecellobium dulce	1	3	0.990	0.016	0.413	0.083	1.923	3.326
Luehea candida	1	3	0.990	0.008	0.213	0.083	1.923	3.126
Achatocarpus nigricans	1	3	0.990	0.007	0.193	0.083	1.923	3.106
Total	***140***	***303***	***100***	***3.763***	***100***	***4.333***	***100***	***300***

[1]*De (densidad absoluta), DeR (densidad relativa), Do (dominancia absoluta), DoR (dominancia relativa), F (frecuencia absoluta), y FR (frecuencia relativa).*

En la **Figura III-12** se muestra la composición de las especies que conforman este estrato, ordenadas de acuerdo con su IVI.

Consulta al Público

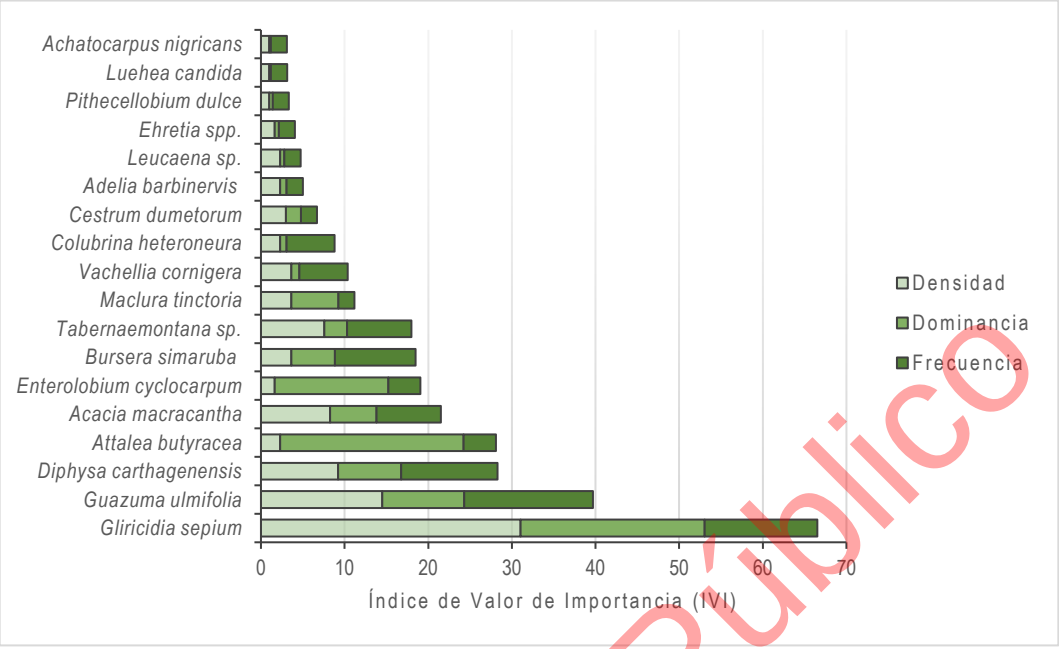


Figura III-12 Composición de las especies registradas en el estrato arbóreo de la VSa/SBC presente en el AP con base al IVI

III.3.5.1.2. Abundancia e IVI del estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se identificaron un total de 29 especies (**Tabla III-10**), entre ellas destaca *Stachytarpheta jamaicensis* la cual registró la mayor abundancia con 42 individuos y *Malpighia glabra* con el IVI más alto (36.401).

Tabla III-10 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato arbustivo de la VSa/SBC presente en el AP

Especie	Abundancia	Densidad[1]		Dominancia[1]		Frecuencia[1]		IVI
		De	DeR	Do	DoR	F	FR	
Malpighia glabra	8	741	4.165	905.393	24.393	0.333	7.843	36.401
Stachytarpheta jamaicensis	42	3889	21.858	121.302	3.268	0.083	1.961	27.087
Indeterminada 4	18	1667	9.369	339.729	9.153	0.083	1.961	20.483
Wissadula amplissima	22	2038	11.455	168.516	4.540	0.167	3.922	19.916
Triumfetta semitriloba	15	1389	7.807	224.178	6.040	0.250	5.882	19.729
Vachellia comigera	12	1112	6.250	119.468	3.219	0.333	7.843	17.312
Acalypha sp.	12	1112	6.250	158.244	4.263	0.250	5.882	16.396
Malvaviscus arboreus	10	926	5.205	48.032	1.294	0.417	9.804	16.303
Bonellia macrocarpa	9	834	4.688	114.235	3.078	0.250	5.882	13.648
Paullinia fuscescens	10	926	5.205	122.246	3.294	0.167	3.922	12.420
Senna atomaria	1	93	0.523	290.888	7.837	0.083	1.961	10.321
Randia aculeata	2	186	1.045	152.807	4.117	0.167	3.922	9.084
Colubrina heteroneura	2	186	1.045	124.446	3.353	0.167	3.922	8.320

Consulta al Público

Especie	Abundancia	Densidad[1]		Dominancia[1]		Frecuencia[1]		IVI
		De	DeR	Do	DoR	F	FR	
Amphilophium crucigerum	3	278	1.563	166.398	4.483	0.083	1.961	8.006
Indeterminada 1	2	186	1.045	87.357	2.354	0.167	3.922	7.321
Diphysa carthagenensis	5	463	2.602	15.731	0.424	0.167	3.922	6.948
Indeterminada 2	1	93	0.523	163.625	4.408	0.083	1.961	6.892
Lantana camara	2	186	1.045	105.083	2.831	0.083	1.961	5.837
Tabernaemontana sp.	4	371	2.085	50.704	1.366	0.083	1.961	5.412
Adelia barbinervis	1	93	0.523	72.722	1.959	0.083	1.961	4.443
Ehretia spp.	2	186	1.045	22.122	0.596	0.083	1.961	3.602
Chromolaena odorata	2	186	1.045	21.002	0.566	0.083	1.961	3.572
Parmentiera aculeata	1	93	0.523	26.180	0.705	0.083	1.961	3.189
Sida sp.	1	93	0.523	26.180	0.705	0.083	1.961	3.189
Solanum houstonii	1	93	0.523	18.181	0.490	0.083	1.961	2.973
Adenophyllum aurantium	1	93	0.523	16.755	0.451	0.083	1.961	2.935
Gliricidia sepium	1	93	0.523	14.726	0.397	0.083	1.961	2.880
Acacia macracantha	1	93	0.523	8.908	0.240	0.083	1.961	2.724
Bursera simaruba	1	93	0.523	6.545	0.176	0.083	1.961	2.660
Total	***192***	***17,792***	***100***	***3711.702***	***100***	***4.250***	***100***	***300***

[1]*De (densidad absoluta), DeR (densidad relativa), Do (dominancia absoluta), DoR (dominancia relativa), F (frecuencia absoluta), y FR (frecuencia relativa).*



Figura III-13 Especies arbustivas más representativas en el AP: A) *Stachytarpheta jamaicensis* B) *Malpighia glabra*

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: A)783774, 2131040 B) 783658, 2133030

Consulta al Público

De igual forma, en la **Figura III-14** se muestra la composición de las especies que conforman el estrato ordenadas de acuerdo con su IVI, permitiendo visualizar gráficamente la dominancia y la densidad de las dos especies antes mencionadas.

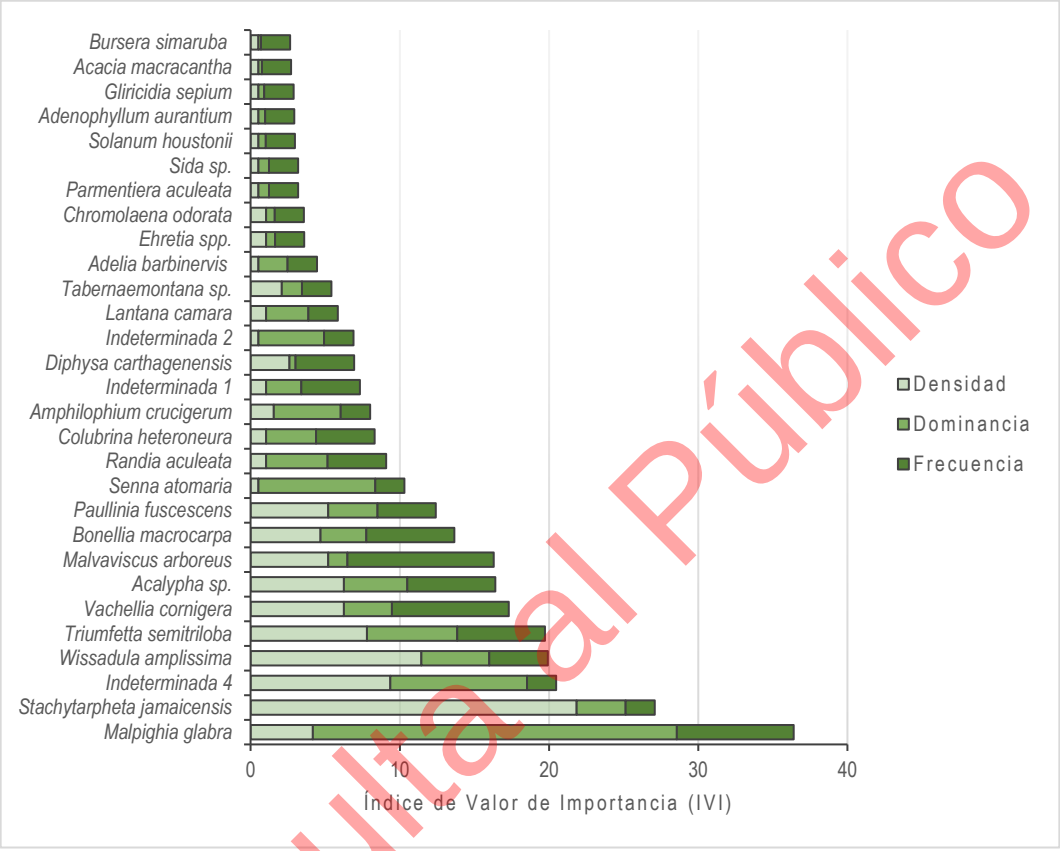


Figura III-14 Composición de las especies registradas en el estrato arbustivo de la VSa/SBC presente en el AP con base al IVI

III.3.5.1.3. Abundancia e IVI del estrato herbáceo

Por otro lado, en el estrato herbáceo se identificaron 21 especies, las cuales se detallan **Tabla III-11**, junto con sus valores de abundancia y valores de importancia (IVI). Destaca *Megathyrsus maximus* por su valor de importancia en discordancia a su número de abundancia.

Tabla III-11 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato herbáceo de la VSa/SBC presente en el AP

Especie	Abundancia	Densidad[1]		Dominancia[1]		Frecuencia[1]		IVI
		De	DeR	Do	DoR	F	FR	
Megathyrsus maximus	18	15,000	8.571	1,531.530	30.465	0.500	13.953	52.990
Sida sp.	83	69,167	39.522	165.049	3.283	0.250	6.977	49.782
Pachyrhizus erosus	3	2,500	1.429	1,065.545	21.196	0.167	4.651	27.276

Consulta al Público

Especie	Abundancia	Densidad[1]		Dominancia[1]		Frecuencia[1]		IVI
		De	DeR	Do	DoR	F	FR	
Commelina sp.	19	15,834	9.048	305.906	6.085	0.417	11.628	26.761
Paullinia fuscescens	6	5,000	2.857	654.771	13.025	0.333	9.302	25.184
Diphysa carthagenensis	32	26,667	15.238	162.651	3.235	0.083	2.326	20.799
Stachytarpheta jamaicensis	20	16,667	9.524	69.756	1.388	0.333	9.302	20.213
Achyranthes aspera	3	2,500	1.429	490.874	9.765	0.083	2.326	13.519
Ipomoea spp.	5	4,167	2.381	170.117	3.384	0.250	6.977	12.742
Rivina humilis	3	2,500	1.429	58.992	1.173	0.167	4.651	7.253
Momordica charantia	3	2,500	1.429	4.587	0.091	0.167	4.651	6.171
Ruellia blechum	1	834	0.477	163.625	3.255	0.083	2.326	6.057
Mucuna pruriens	5	4,167	2.381	32.725	0.651	0.083	2.326	5.358
Randia aculeata	1	834	0.477	37.699	0.750	0.083	2.326	3.552
Indeterminada 4	2	1,667	0.953	8.378	0.167	0.083	2.326	3.445
Chamissoa altissima	1	834	0.477	26.180	0.521	0.083	2.326	3.323
Chromolaena odorata	1	834	0.477	26.180	0.521	0.083	2.326	3.323
Triumfetta semitriloba	1	834	0.477	18.915	0.376	0.083	2.326	3.178
Senna uniflora	1	834	0.477	14.726	0.293	0.083	2.326	3.095
Lantana camara	1	834	0.477	14.726	0.293	0.083	2.326	3.095
Acalypha sp.	1	834	0.477	4.189	0.083	0.083	2.326	2.885
Total	***210***	***175,008***	***100***	***5,027.121***	***100***	***3.583***	***100***	***300***

[1]*De (densidad absoluta), DeR (densidad relativa), Do (dominancia absoluta), DoR (dominancia relativa), F (frecuencia absoluta), y FR (frecuencia relativa).*



Figura III-15 Especies herbáceas más representativas en el AP: A) *Sida sp* B) *Megathyrsus maximus*

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: A) 783203, 2133490 B) 783659, 2133487

Consulta al Público

En la **Figura III-16** se muestra la composición de las especies del estrato herbáceo ordenadas de acuerdo con su IVI. Esta representación permite visualizar el dominio de *Megathyrsus maximus* y *Sida sp*., así como la participación relativa en declive del resto de las especies presentes en el estrato.

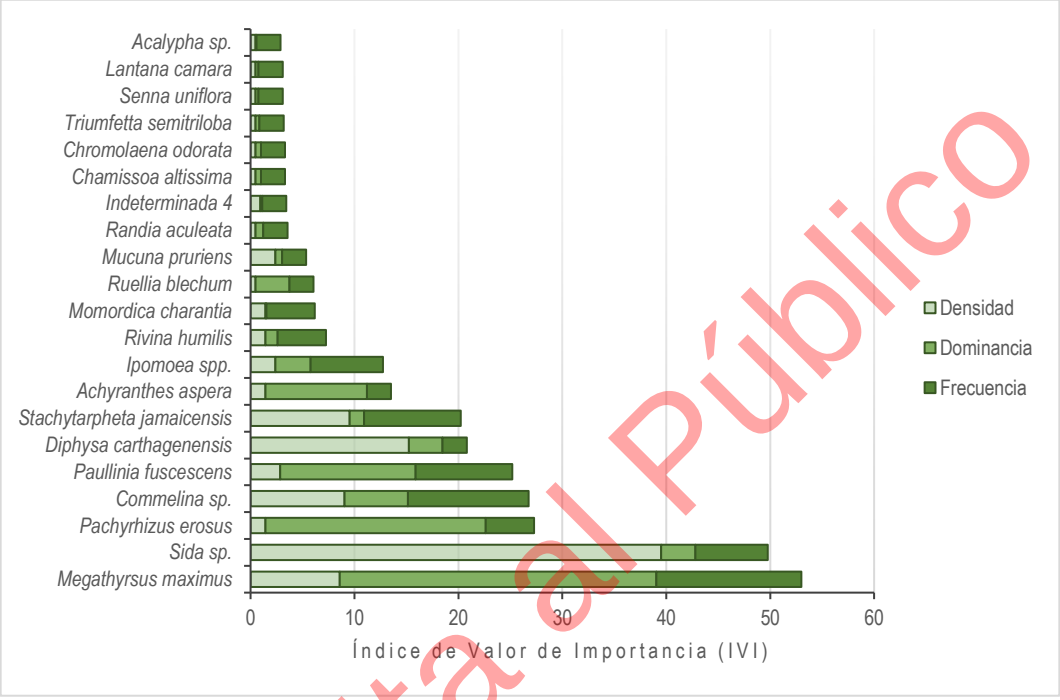


Figura III-16 Composición de las especies registradas en el estrato herbáceo de la VSa/SBC presente en el AP con base al IVI

Le siguen, en orden de importancia *Pachyrhizus erosus*, *Commelina sp*. y *Paullinia fuscescens* con valores de IVI entre 27.276 y 25.184, *Diphysa carthagenensis* y *Stachytarpheta jamaicensis* con valores de IVI alrededor de los 20 y por ultimo las 14 especies restantes con valores menores a 13.6.

III.3.5.1.4. Abundancia e IVI de cactáceas

En la **Tabla III-12** se presentan los datos de abundancia y los valores de importancia (IVI) del estrato de cactáceas, conformado por 3 especies, de las cuales dos pertenecen a la familia Cactaceae y una a Bromeliaceae, siendo esta la especie con mayor representación estructural, al obtener un valor de 0.79 en el índice de Berger–Parker (d), lo cual indica una alta dominancia específica.

Consulta al Público

Tabla III-12 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato de cactáceas de la VSa/SBC presente en el AP

Especie	Abundancia	Densidad[1]		Dominancia[1]		Frecuencia[1]		IVI
		De	DeR	Do	DoR	F	FR	
Bromelia pinguin	41	86	78.182	173.841	67.491	0.250	37.500	183.173
Opuntia dejecta	9	19	17.273	28.726	11.152	0.333	50.000	78.425
Acanthocereus tetragonus	2	5	4.545	55.011	21.357	0.083	12.500	38.402
Total	**52**	**110**	**100**	**257.578**	**100**	**0.667**	**100**	**300**

[1]*De (densidad absoluta), DeR (densidad relativa), Do (dominancia absoluta), DoR (dominancia relativa), F (frecuencia absoluta), y FR (frecuencia relativa).*

Para ilustrar gráficamente la composición de especies por orden de IVI, se presenta en la **Figura III-17** la distribución correspondiente del estrato.

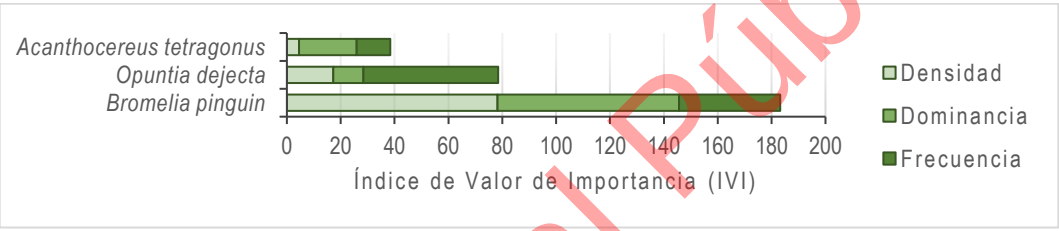


Figura III-17 Composición de las especies registradas en el estrato de cactáceas de la VSa/SBC presente en del AP con base al IVI

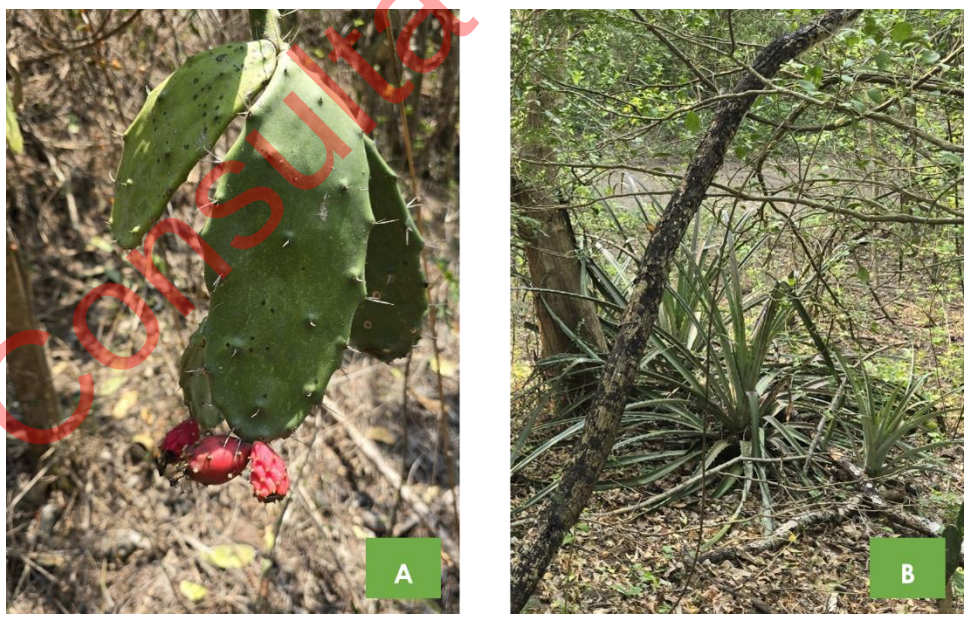


Figura III-18 Especies cactáceas más representativas: A) *Opuntia dejecta* 14Q B) *Bromelia pinguin*

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: A) 785458, 2131870 B) 782924, 2135291

Consulta al Público

III.3.5.2. Abundancias e Índices de Valor de Importancia (IVI) en la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC) presente en la Región Ecológica (RE)

III.3.5.2.1. Abundancia e IVI del estrato arbóreo

En este estrato se registraron un total de 24 especies (**Tabla III-13**) de las cuales *Acacia macracantha, Gliricidia sepium* y *Tabernaemontana sp*. presentaron los mayores valores de IVI y representan el 52.268 % de la abundancia del estrato, lo que indica su papel dominante en la composición florística de la VSa/SBC presente en la RE.

Tabla III-13 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato arbóreo de la VSa/SBC presente en la RE

Especie	Abundancia	Densidad[1]		Dominancia[1]		Frecuencia[1]		IVI
		De	DeR	Do	DoR	F	FR	
Acacia macracantha	26	93	18.343	1.088	17.723	0.571	9.524	45.590
Gliricidia sepium	20	72	14.201	0.940	15.315	0.714	11.905	41.421
Tabernaemontana sp.	28	100	19.724	0.588	9.584	0.429	7.143	36.451
Guazuma ulmifolia	15	54	10.651	0.465	7.576	0.714	11.905	30.131
Attalea butyracea	3	11	2.170	0.954	15.539	0.429	7.143	24.851
Indeterminada 3	8	29	5.720	0.367	5.976	0.143	2.381	14.077
Ehretia spp.	3	11	2.170	0.081	1.326	0.429	7.143	10.638
Indeterminada 2	8	29	5.720	0.155	2.526	0.143	2.381	10.627
Diphysa carthagenensis	7	25	4.931	0.180	2.931	0.143	2.381	10.242
Cedrela odorata	1	4	0.789	0.344	5.598	0.143	2.381	8.768
Casearia laetioides	1	4	0.789	0.287	4.679	0.143	2.381	7.849
Bursera simaruba	1	4	0.789	0.270	4.392	0.143	2.381	7.561
Jatropha curcas	2	8	1.578	0.059	0.960	0.286	4.762	7.300
Achatocarpus nigricans	3	11	2.170	0.058	0.952	0.143	2.381	5.503
Leucaena sp.	2	8	1.578	0.102	1.666	0.143	2.381	5.625
Cnidoscolus sp.	2	8	1.578	0.032	0.514	0.143	2.381	4.473
Randia aculeata	2	8	1.578	0.027	0.448	0.143	2.381	4.407
Indeterminada 1	1	4	0.789	0.028	0.457	0.143	2.381	3.627
Carica papaya	1	4	0.789	0.028	0.457	0.143	2.381	3.627
Colubrina heteroneura	1	4	0.789	0.025	0.412	0.143	2.381	3.582
Randia sp.	1	4	0.789	0.022	0.357	0.143	2.381	3.526
Vachellia cornigera	1	4	0.789	0.014	0.224	0.143	2.381	3.394
Ceiba aesculifolia	1	4	0.789	0.014	0.224	0.143	2.381	3.394
Cestrum dumetorum	1	4	0.789	0.010	0.165	0.143	2.381	3.334
Total	***139***	***507***	***100***	***6.138***	***100***	***6.000***	***100***	***300***

[1]De (densidad absoluta), DeR (densidad relativa), Do (dominancia absoluta), DoR (dominancia relativa), F (frecuencia absoluta), y FR (frecuencia relativa).

Consulta al Público

En la **Figura III-19** se representa la composición de las especies que conforman el estrato arbóreo, ordenadas de acuerdo con su IVI.

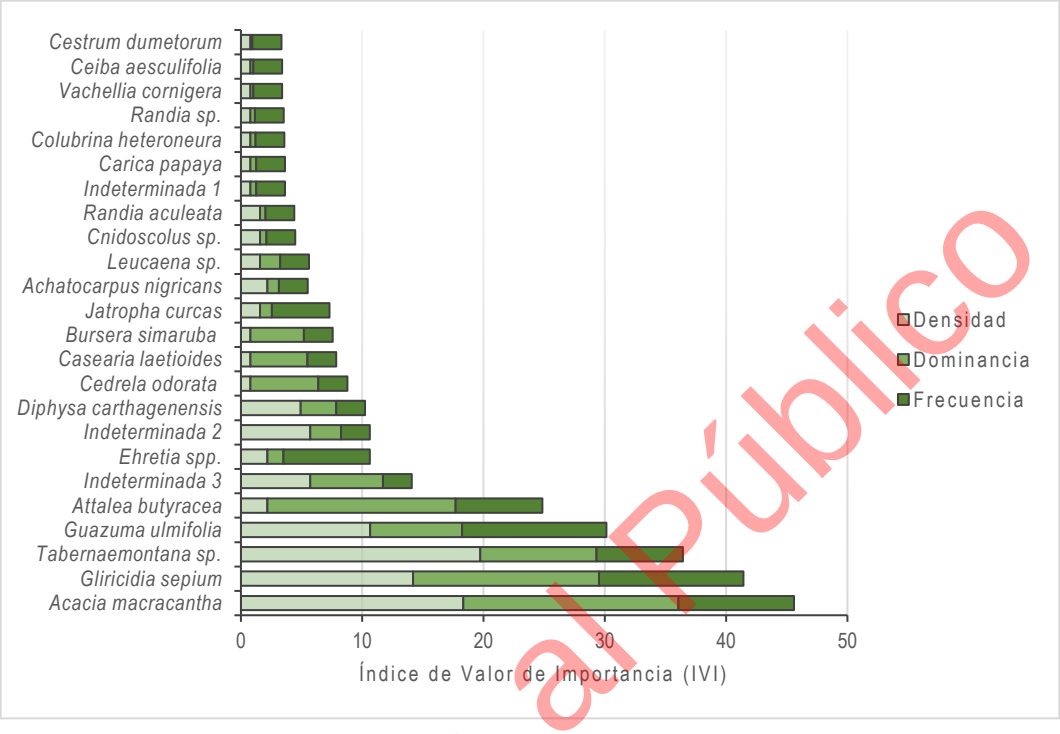


Figura III-19 Composición de las especies registradas en el estrato arbóreo de la VSa/SBC presente en la RE con base al IVI

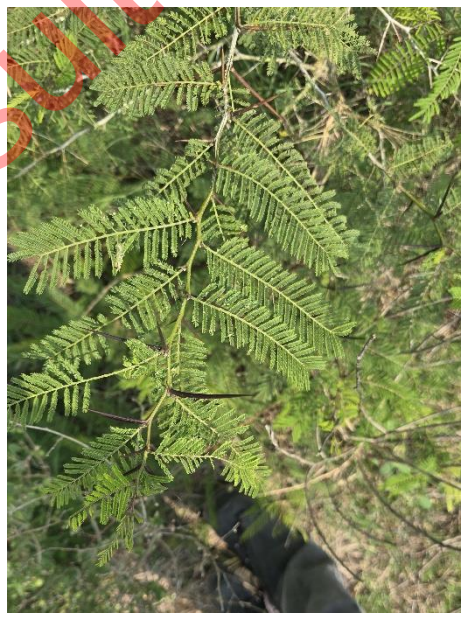


Figura III-20 Especie arbórea más representativa en la RE: *Acacia macracantha*

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: 783683, 2132464

Consulta al Público

III.3.5.2.2. Abundancia e IVI del estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron un total de 18 especies (**Tabla III-14**), entre ellas destaca *Acalypha sp*. y *Stachytarpheta jamaicensis*, las cuales presentan una marcada diferencia en cuanto a abundancia con las demás especies registradas.

Tabla III-14 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato arbustivo de la VSa/SBC presente en la RE

Especie	Abundancia	Densidad[1]		Dominancia[1]		Frecuencia[1]		IVI
		De	DeR	Do	DoR	F	FR	
Acalypha sp.	29	4,604	27.353	217.315	4.176	0.571	11.111	42.640
Stachytarpheta jamaicensis	30	4,762	28.291	578.618	11.120	0.143	2.778	42.189
Malpighia glabra	8	1,270	7.545	606.776	11.661	0.571	11.111	30.317
Vachellia cornigera	8	1,270	7.545	213.335	4.100	0.714	13.889	25.534
Bonellia macrocarpa	6	953	5.662	322.545	6.199	0.429	8.333	20.194
Guazuma ulmifolia	4	635	3.773	496.175	9.535	0.286	5.556	18.863
Indeterminada 1	1	159	0.945	659.485	12.674	0.143	2.778	16.396
Senna atomaria	2	318	1.889	454.409	8.733	0.286	5.556	16.177
Pithecellobium dulce	1	159	0.945	625.526	12.021	0.143	2.778	15.744
Malvaviscus arboreus	3	477	2.834	321.157	6.172	0.286	5.556	14.561
Triumfetta semitriloba	4	635	3.773	199.494	3.834	0.286	5.556	13.162
Diphysa carthagenensis	2	318	1.889	116.993	2.248	0.286	5.556	9.693
Randia aculeata	3	477	2.834	65.973	1.268	0.286	5.556	9.657
Paullinia fuscescens	1	159	0.945	148.116	2.846	0.143	2.778	6.569
Buddleja americana	1	159	0.945	100.980	1.941	0.143	2.778	5.663
Sida sp.	1	159	0.945	37.712	0.725	0.143	2.778	4.447
Tabernaemontana sp.	1	159	0.945	31.167	0.599	0.143	2.778	4.321
Solanum houstonii	1	159	0.945	7.792	0.150	0.143	2.778	3.872
Total	***106***	***16832***	***100***	***5203.569***	***100***	***5.143***	***100***	***300***

[1]*De (densidad absoluta), DeR (densidad relativa), Do (dominancia absoluta), DoR (dominancia relativa), F (frecuencia absoluta), y FR (frecuencia relativa).*

En la **Figura III-21** se muestra la composición de las especies que conforman este estrato, ordenadas de acuerdo con su Valor de Importancia (IVI), permitiendo visualizar la composición del IVI de las dos principales especies y la proporción correspondiente a la dominancia y frecuencia.

Consulta al Público

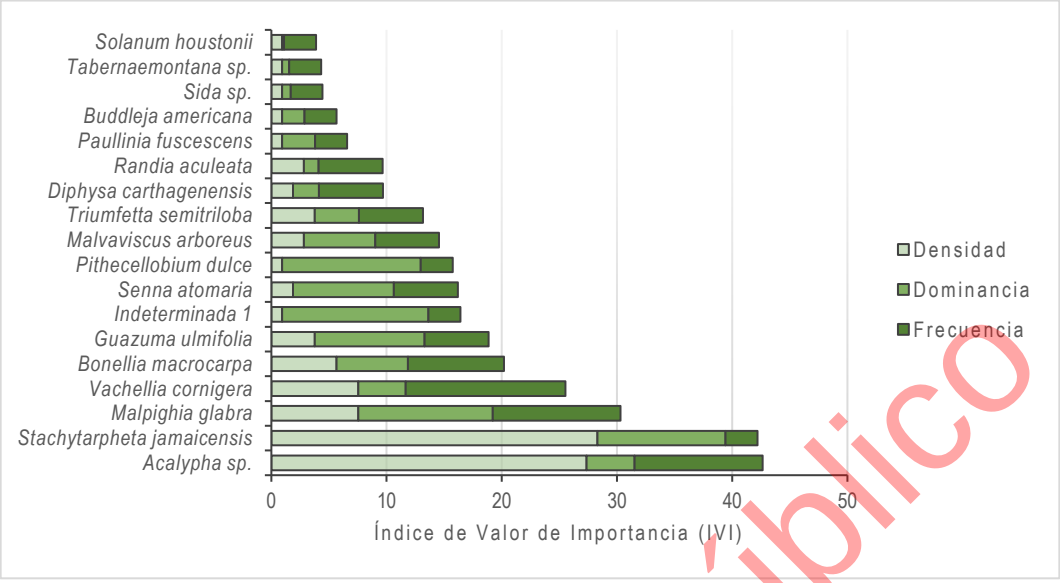


Figura III-21 Composición de las especies registradas en el estrato arbustivo de la VSa/SBC presente en la RE con base al IVI



Figura III-22 Especies arbustiva más representativa en la RE: *Acalypha* sp

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84 783774, 2131040

III.3.5.2.3. Abundancia e IVI del estrato herbáceo

En contraste, en el estrato herbáceo se identificaron 13 especies, de las cuales *Diphysa carthagenensis* tiene la mayor abundancia y obtuvo un IVI de 117.903 en la **Tabla III-15** Así mismo,

Consulta al Público

el índice de Berger–Parker (d) arrojó un valor de 0.41, lo cual indica una dominancia media dentro del estrato herbáceo.

Tabla III-15 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato herbáceo de la VSa/SBC presente en la RE

Especie	Abundancia	Densidad[1]		Dominancia[1]		Frecuencia[1]		IVI
		De	DeR	Do	DoR	F	FR	
Diphysa carthagenensis	49	70,000	40.832	137.445	60.4043	0.714	16.667	117.903
Ipomoea spp.	13	18,572	10.833	36.465	16.0256	0.714	16.667	43.526
Paullinia fuscescens	11	15,715	9.167	19.747	8.6785	0.571	13.333	31.179
Stachytarpheta jamaicensis	15	21,429	12.500	15.147	6.6568	0.429	10.000	29.157
Commelina sp.	8	11,429	6.667	14.362	6.3116	0.571	13.333	26.312
Megathyrsus maximus	5	7,143	4.167	2.244	0.9862	0.286	6.667	11.819
Acalypha sp.	6	8,572	5.000	0.673	0.2959	0.143	3.333	8.629
Indeterminada 3	4	5,715	3.334	0.449	0.1972	0.143	3.333	6.864
Oxalis sp.	3	4,286	2.500	0.337	0.1479	0.143	3.333	5.981
Indeterminada 2	2	2,858	1.667	0.224	0.0986	0.143	3.333	5.099
Randia sp.	2	2,858	1.667	0.224	0.0986	0.143	3.333	5.099
Amphilophium crucigerum	1	1,429	0.834	0.112	0.0493	0.143	3.333	4.216
Syngonium podophyllum	1	1,429	0.834	0.112	0.0493	0.143	3.333	4.216
Total	**120**	***171,435***	***100.000***	***227.541***	***100***	***4.286***	***100***	***300***

[1]*De (densidad absoluta), DeR (densidad relativa), Do (dominancia absoluta), DoR (dominancia relativa), F (frecuencia absoluta), y FR (frecuencia relativa).*

En la **Figura III-23** se muestra la composición de las especies del estrato herbáceo ordenadas de acuerdo con su IVI.

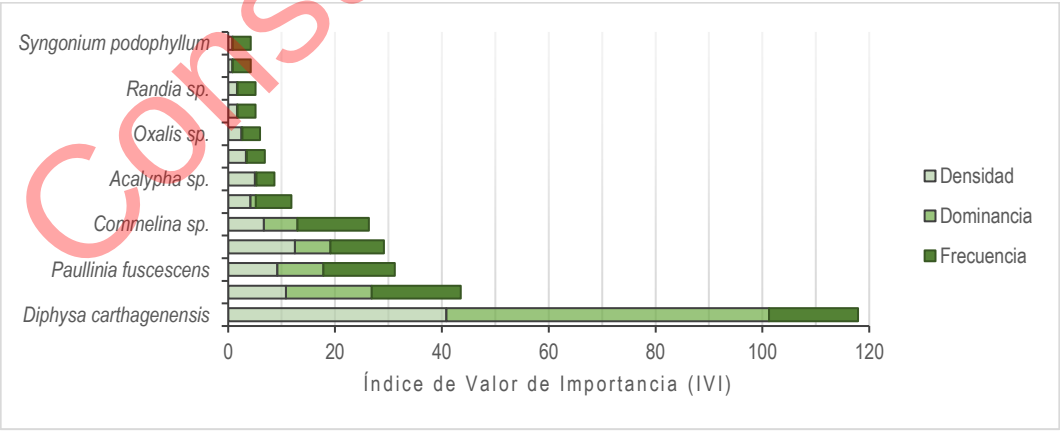


Figura III-23 Composición de las especies registradas en el estrato herbáceo de la VSa/SBC presente en la RE con base al IVI

Consulta al Público



Figura III-24 Especie herbácea más representativa en la RE: *Diphysa carthagenensis*

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: 783256, 2131299

III.3.5.2.4. Abundancia e IVI de cactáceas

Al igual que en el AP, el estrato de cactáceas en la VSa/SBC presente en la RE está conformado por 3 especies de las cuales dos pertenecen a la familia Cactaceae y una a Bromeliaceae, sin embargo, en este caso el IVI de cada especie presenta valores más cercanos entre ellos (**Tabla III-16**).

Tabla III-16 Abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e IVI de las especies registradas en el estrato de cactáceas de la VSa/SBC presente en la RE

Especie	Abundancia	Densidad[1]		Dominancia[1]		Frecuencia[1]		IVI
		De	DeR	Do	DoR	F	FR	
Opuntia dejecta	64	183	55.120	21.809	18.992	0.714	35.714	109.827
Bromelia pinguin	30	86	25.904	69.948	60.915	0.429	21.429	108.247
Acanthocereus tetragonus	22	63	18.976	23.073	20.093	0.857	42.857	81.926
Total	***116***	***332***	***100***	***114.829***	***100***	***2.000***	***100***	***300***

[1]*De (densidad absoluta), DeR (densidad relativa), Do (dominancia absoluta), DoR (dominancia relativa), F (frecuencia absoluta), y FR (frecuencia relativa).*

La **Figura III-25** muestra gráficamente la composición del estrato de cactáceas, ordenada por el IVI de cada especie.

Consulta al Público

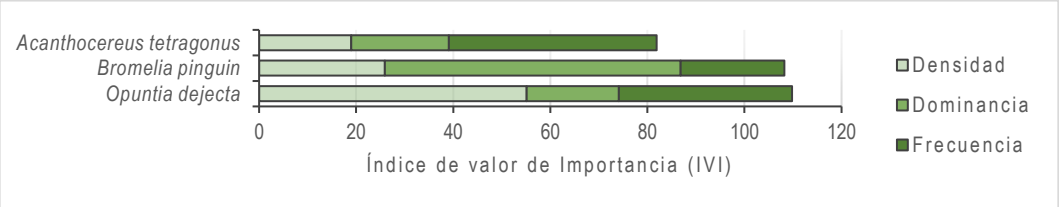


Figura III-25 Composición de las especies registradas en el estrato de cactáceas de la VSa/SBC presente en la RE con base al IVI

III.3.5.3. Comparativa de la composición y diversidad entre el AP y la RE

Los índices de diversidad permiten analizar la composición de los cuatro estratos evaluados en el AP y la RE. En la **Tabla III-17** se presentan los valores obtenidos para cada índice de diversidad por estrato, mientras que en la **Figura III-26** y **Figura III-27** se ilustra gráficamente su comportamiento.

Tabla III-17 Índices de diversidad para los estratos de la VSa/SBC presente en el AP y la RE

Nombre de Índice	Estrato	Parámetro	Valor del Índice		Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
			AP	RE	
Shannon-Wiener (H')	Arbóreo	*S* = Número de especies presentes *N* = Número total de individuos *ni* = Número de individuos de la especie i *ln* = Logaritmo natural (base e) *Pi* = Abundancia proporcional de las especies i	2.35	2.52	Diversidad media (2.1 a 3.4)
	Arbustivo		2.73	2.17	Diversidad media (2.1 a 3.4)
	Cactáceas		0.64	0.99	Diversidad baja (menor a 2)
	Herbáceo		2.08	1.97	Diversidad media en AP (2.1 a 3.4) y baja en RE (menor de 2)
Pielou (J')	Arbóreo	*H'* = Índice de Shannon-Wiener *S* = Riqueza especifica (Número total de especies presentes)	0.81	0.79	Homogéneo en abundancia (mayor a 0.67)
	Arbustivo		0.81	0.75	Homogéneo en abundancia (mayor a 0.67)
	Cactáceas		0.58	0.90	Ligeramente heterogéneo en abundancia en AP (0.34 a 0.66) y homogéneo en abundancia en RE (mayor a 0.67)
	Herbáceo		0.68	0.77	Homogéneo en abundancia (mayor a 0.67)
Margalef (DMg)	Arbóreo	*S* = Número total de especies presentes *N* = Número total de individuos *ln* = Logaritmo natural (base e)	3.44	4.66	Zona de moderada diversidad (2.1 a 4.9)
	Arbustivo		5.33	3.65	Zona de alta diversidad en AP (mayor a 5) y moderada diversidad en RE (2.1 a 4.9)
	Cactáceas		0.51	0.42	Zona de baja diversidad (menor a 2)
	Herbáceo		3.74	2.51	Zona de moderada diversidad (2.1 a 4.9)
Simpson (λ)	Arbóreo	*D* = Índice de dominancia *Pi* = Proporción de la especie i= n/N *n* = Número de individuos de la especie *N* = Número total de especies	0.85	0.88	Diversidad alta (mayor a 0.67)
	Arbustivo		0.90	0.82	Diversidad alta (mayor a 0.67)
	Cactáceas		0.35	0.59	Diversidad media (0.34 a 0.66)
	Herbáceo		0.79	0.79	Diversidad alta (mayor a 0.67)

Consulta al Público

En el AP, los valores de los índices de Shannon-Wiener (H') y Simpson (λ) tienden a distribuirse de manera similar entre los estratos que conformar la VSa/SBC, siendo el estrato arbustivo el de mayor diversidad alcanzando una puntuación de 2.73 y 0.90, clasificándolo con diversidad media y diversidad alta respectivamente en cada índice, al igual que los estratos arbóreos (H'=2.35y λ =0.85) y herbáceo (H'=2.08 y λ= 0.79), mientras que el estrato de las cactáceas se encuentra dentro del rango de diversidad baja y diversidad media con valores de H'=0.64 y λ=0.35.

El índice de Equidad de Pielou (J') nos indica que para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo la población es homogénea en abundancia y ligeramente heterogéneo en el estrato de las cactáceas.

Mientras que el Índice de Margalef (Mg) denotan que el estrato arbustivo es el que mayor riqueza de especies registra (zona de alta diversidad), seguido de los estratos herbáceo y arbóreo (zona de moderada diversidad) y por último el estrato de cactáceas (zona de baja diversidad).

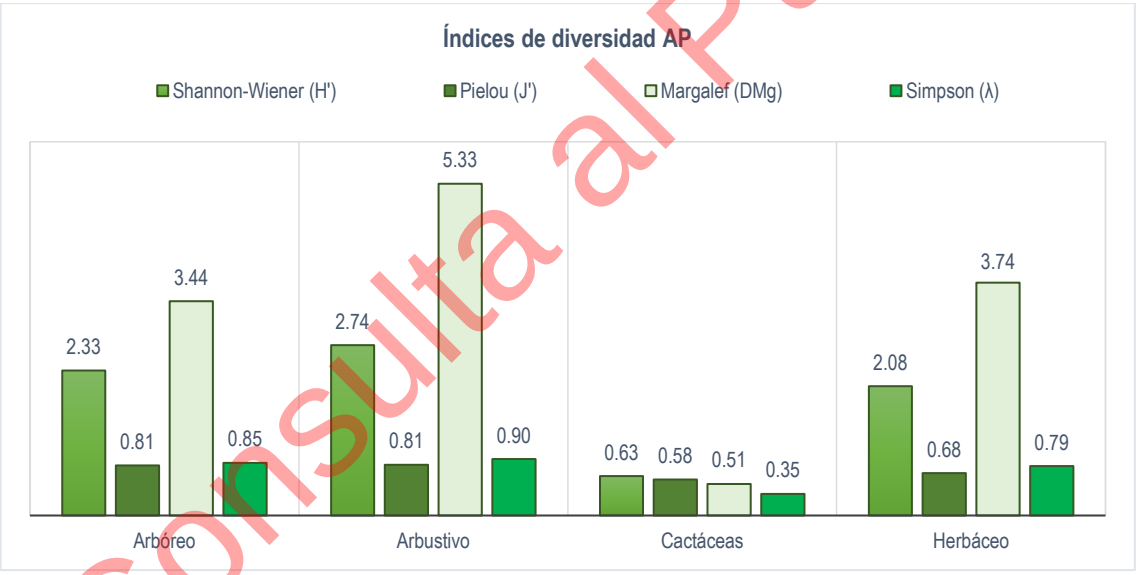


Figura III-26 Representación gráfica de los índices de diversidad para cada uno de los estratos de la VSa/SBC presente en el AP

Por otro lado, en la RE, en el índice de Shannon – Wiener (H') los estratos arbóreo y arbustivo se consideran con diversidad media al presentar valores mayores a 2 y diversidad baja paro los estratos herbáceos y de cactáceas. No obstante, en el Índice de diversidad de Simpson (λ) se clasifica con diversidad alta a los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo y diversidad media en cactáceas, resultados similares a los procedentes del Índice de Margalef (Mg), donde los estratos con mayor riqueza son el arbóreo arbustivo y herbáceo (zona de moderada diversidad) y por último

Consulta al Público

el estrato de cactáceas (zona de baja diversidad). Finalmente, en el índice de Equidad de Pielou (J') nos indica que todos los estratos son homogéneos en abundancia al calificar arriba de 0.67.

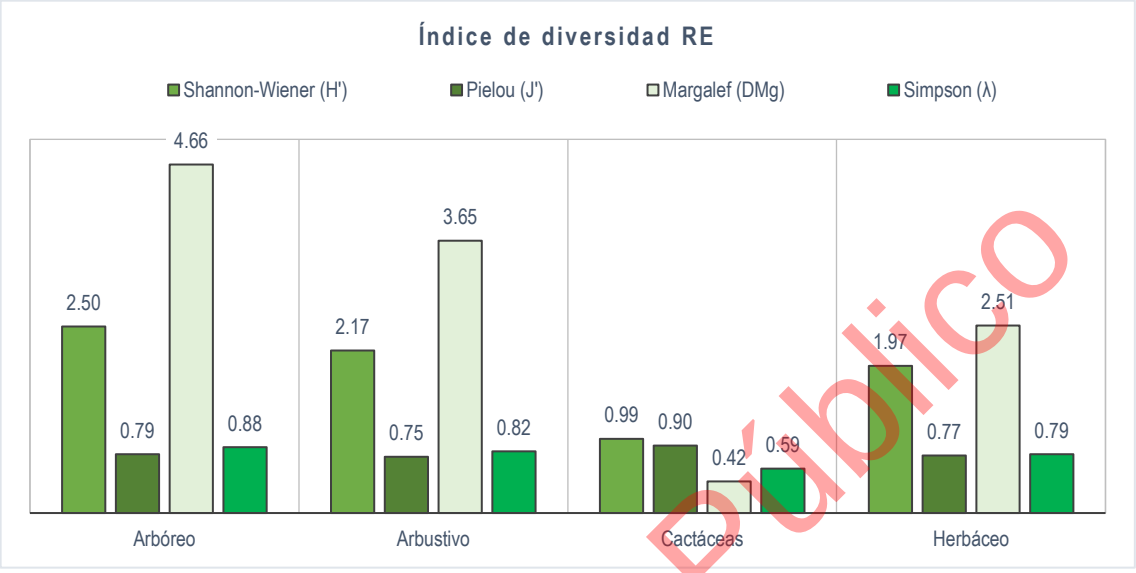


Figura III-27 Representación gráfica de los índices de diversidad para cada uno de los estratos de la VSa/SBC presente en la RE

En resumen, en el AP, el estrato arbustivo es el que presenta mejores cualidades en cuanto a diversidad, riqueza de especies y una estructura comunitaria equilibrada, seguido del estrato arbóreo y herbáceo que, aunque difieren en cuanto a diversidad y riqueza alcanzando cada uno mayores valores en cada índice respectivamente continúan perteneciendo a las mismas categorías, por otro lado, el estrato de cactáceas es el menos diverso, con menos riqueza y con una marcada dominancia.

En contraste, en la RE el estrato arbóreo obtuvo valores más altos en 3 de los 4 índices evaluados, seguido del estrato arbustivo y herbáceo, además, el estrato de las cactáceas consiguió el valor más alto en el índice de equidad de Pielou (J') pero el más bajo en el Índice de Margalef (Mg) lo que refleja la poca riqueza de especies en este estrato, pero la abundancia sumamente homogénea.

Como se puede observar en la **Figura III-28**, el estrato arbustivo en el AP es el más diverso de todos (H'=2.73) y presenta una riqueza sobresaliente (DMg=5.33), superando ampliamente a su contraparte de la RE (H'=2.17 y DMg=3.65), no obstante, es en esta última donde el estrato arbóreo se desarrolla mejor (H'=2.52 y DMg=4.66), representado un estado más maduro o menos intervenido de la vegetación. Esta condición puede deberse a diferentes causas, como la presión del pastoreo

Consulta al Público

y otras actividades humanas que al eliminar o limitar la regeneración de especies arbóreas aumenta la disponibilidad de luz en el sotobosque, lo que favorece a algunas especies o comunidades como la arbustiva y en menor medida la herbácea.

Situación que se traslada a los resultados obtenidos para el estrato de las cactáceas, en donde la RE presenta un mayor equilibrio entre sus especies (J' =0.90) aun cuando la riqueza entre esta y el AP es muy similar (DMg= 0.51 para AP y DMg= 0.42 para RE). La raíz de esta diferencia proviene de la dominancia de las especies, pues existe una marcada diferencia en abundancia entre *Bromelia pinguin* y *Opuntia dejecta* y *Acanthocereus tetragonusen* el AP.

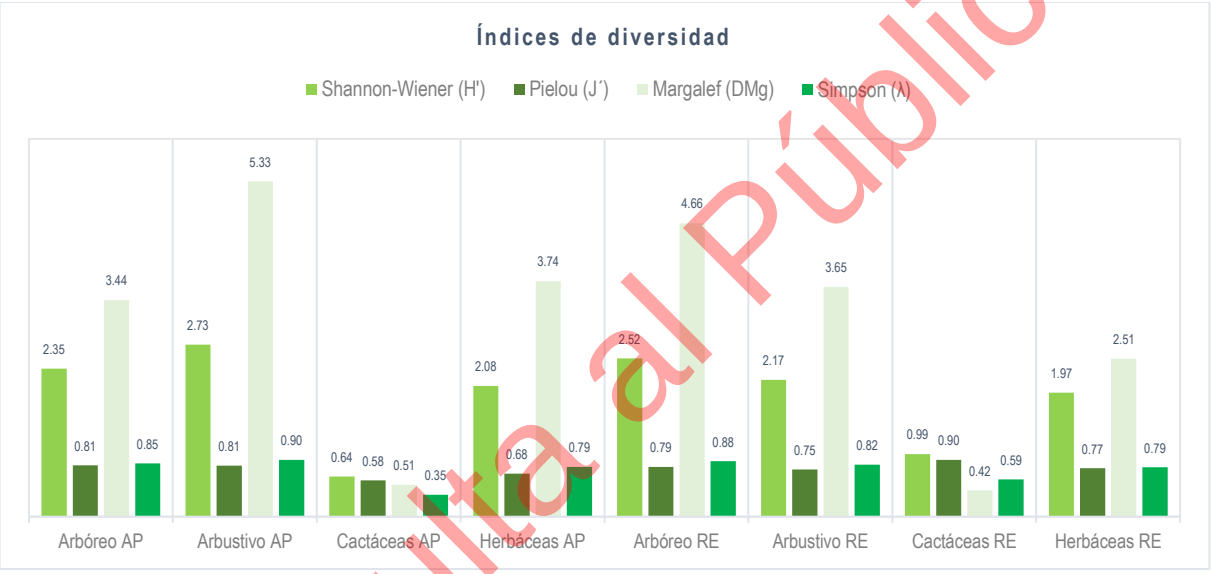


Figura III-28 Representación gráfica de los índices de diversidad para los estratos muestreados de la VSa/SBC presente en el AP y la RE

III.3.5.4. Índice de Jaccard

Durante los muestreos en campo se encontraron un total de 63 especies, 52 en el AP y 45 en la RE, con 34 especies encontradas en ambas áreas, resultando en un valor del índice de Jaccard de 53.97 %, lo que indica que ambas áreas en su composición de especies son medianamente similares florísticamente. En la **Tabla III-18**, se muestran los valores obtenidos para cada hábito de crecimiento.

Tabla III-18 Valores obtenidos en el índice de similitud de Jaccard por hábito de crecimiento

Hábito de crecimiento[1]	Especies AP	Especies RE	Especies en común	Índice de Jaccard	% de similitud entre RE y AP
Arbóreo	21	25	17	0.586	58.62
Arbustiva	15	10	9	0.563	56.25

Consulta al Público

Hábito de crecimiento[1]	Especies AP	Especies RE	Especies en común	Índice de Jaccard	% de similitud entre RE y AP
Cactácea	2	2	2	1.000	100.00
Herbácea	11	5	4	0.333	33.33
Liana o Bejuco	3	3	2	0.500	50.00
Total	***52***	***45***	***34***	***0.540***	***53.97***

[1]*La clasificación se realizó con base en el hábito de crecimiento —porte o aspecto exterior de una planta— (Rzedowski, 2006). Por esta razón, los valores reportados en la tabla no coinciden necesariamente con los obtenidos para los estratos vegetales definidos en los muestreos.*

En el grupo de las cactáceas se obtuvo un valor de 1 en el índice de similitud, ya que las 2 especies pertenecientes a este grupo se encuentran registradas en ambas áreas. Siguiendo en orden descendente se encuentra el grupo de los árboles, con la mayor cantidad de especies registradas (29 de las 63 especies totales) y con 17 especies compartidas obtuvo un porcentaje de similitud de 58.62 %.

Prosiguiendo con los arbustos, en la RE se encontraron 10 especies de los cuales 9 también pertenecen al AP, sin embargo, con 7 especies diferentes los resultados de similitud corresponden a 56.25 %. Un caso similar a las herbáceas donde 4 de las 5 especies identificadas en la RE también pertenecen al AP, pero debida a la mayor cantidad de especies identificadas particularmente en el AP (11) el porcentaje de similitud resulto de 33.33 %

Finalmente, el grupo de las lianas y bejucos comprende 4 especies diferentes, 3 de ellas se encontraron en cada área respectivamente y 2 especies se registraron en común, por lo que el índice de similitud es de 50 %.

III.3.6. Justificación de los muestreos de flora (Representatividad de los muestreos realizados)

Las curvas de acumulación de especies son herramientas que permiten estimar la riqueza de especies en función del esfuerzo de muestreo. Su objetivo principal es determinar si el muestreo ha sido suficiente para capturar la diversidad total de un sitio, identificando un punto de asíntota donde nuevos muestreos ya no son significativos en el aumento de la cantidad de especies.

Para la elaboración de estas curvas se utilizaron los estimadores no paramétricos de Chao 1 y ACE, que utilizan datos de incidencia; y Bootstrap que utiliza proporción de muestras que contienen a cada especie. El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando el programa EstimateS 9.1.0. Mientras que las gráficas fueron creadas con el programa Excel (**Anexo III.2 Curvas de acumulación**).

Consulta al Público

III.3.6.1. Curvas de acumulación de especies de la VSa/SBC en el Área del Proyecto (AP)

Se realizaron un total de 12 sitios de muestreo en el AP, en donde se identificaron 52 especies, entre los estimadores de incidencia, Bootstrap mostró la mayor concordancia con la riqueza observada, con un 85.61 % de completitud, estimando 8.74 especies aún por detectar. Entre los estimadores de abundancia, Chao 1 y ACE presentaron porcentajes de completitud de 79.11 % y 86.57 %, estimando entre 13.73 y 8.07 especies faltantes.

Tabla III-19 Riqueza observada, esperada y porcentaje de completitud para el muestreo del AP

	Estimadores de incidencia					Estimadores de abundancia	
	S (est)	Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
Riqueza	52	60.74	69.5	73.32	71.25	60.07	65.73
Completitud		85.61	74.82	70.92	72.98	86.57	79.11

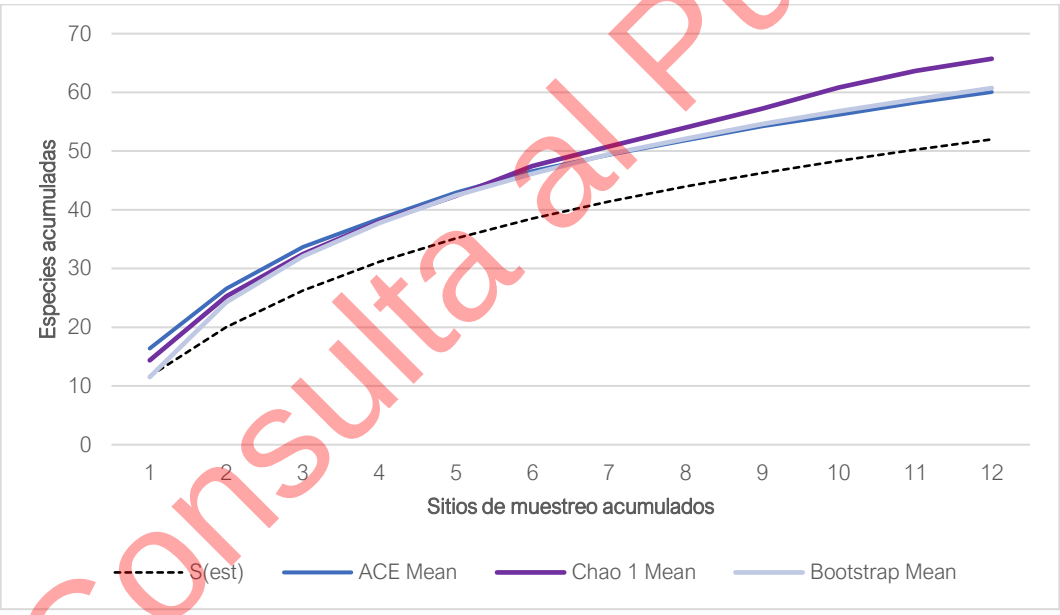


Figura III-29 Curvas de acumulación global de especies del AP

En el estrato arbóreo se identificaron 18 especies registradas en 12 sitios. De entre los estimadores ACE fue el que mejor se ajustó a los valores reales, estimó 1.13 especies faltantes (94.1 % de completitud), mientras Bootstrap estimó 3.12 (85.2 % de completitud) y Chao 1 2.23 (89.0 % de completitud) especies por identificar. Como se observa en la **Figura III-30**, las curvas tienden a la asíntota, indicando que la mayoría de las especies fueron registradas.

Consulta al Público

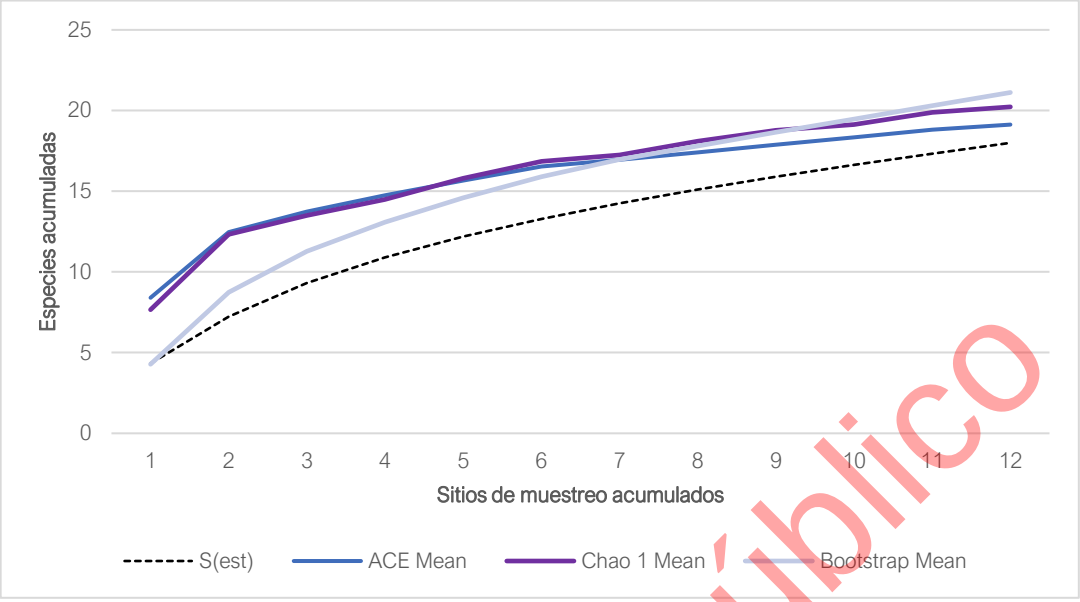


Figura III-30 Acumulación de especies del estrato arbóreo del AP

En el estrato arbustivo se identificaron 29 especies, con registros en los 12 sitios. De los tres estimadores, Bootstrap fue el que presentó el mejor ajuste con respecto a la riqueza observada, estimó 6.77 especies faltantes (81.1 % de completitud). Mientras que ACE y Chao 1 predijeron 14.6 (66.5 % de completitud) y 8.29 (77.8 % de completitud) especies por registrar. Como se observa en la **Figura III-31**, las curvas de acumulación de Bootstrap y Chao 1 tienden a estabilizarse (entrar en asíntota), indicando que el esfuerzo de muestreo es cercano a la riqueza observada.

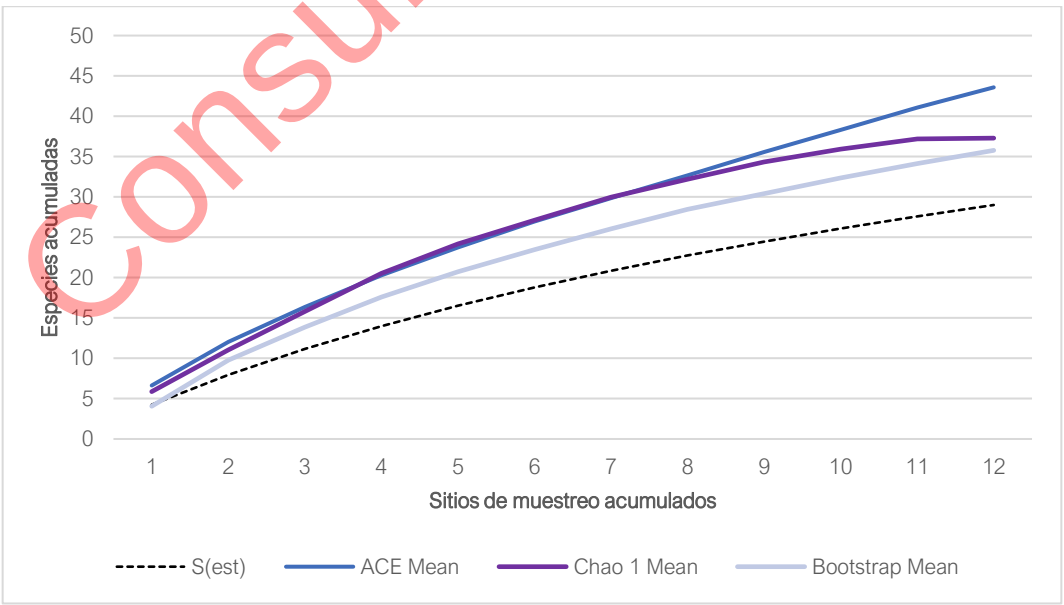


Figura III-31 Acumulación de especies del estrato arbustivo del AP

Consulta al Público

Para el estrato de cactáceas, se obtuvieron registros en 5 de los 12 sitios realizados, identificando 3 especies. Los estimadores de Chao 1 y ACE ajustan por completo respecto a la riqueza observada (completitud del 100 %) mientras que Bootstrap estimo 0.34 (completitud del 89.8 %) especies faltantes. En la **Figura III-32,** se muestran las curvas de acumulación, las cuales presentan una tendencia asintótica, lo que indica que la mayoría de las especies ya han sido registradas y que el esfuerzo de muestreo fue adecuado.

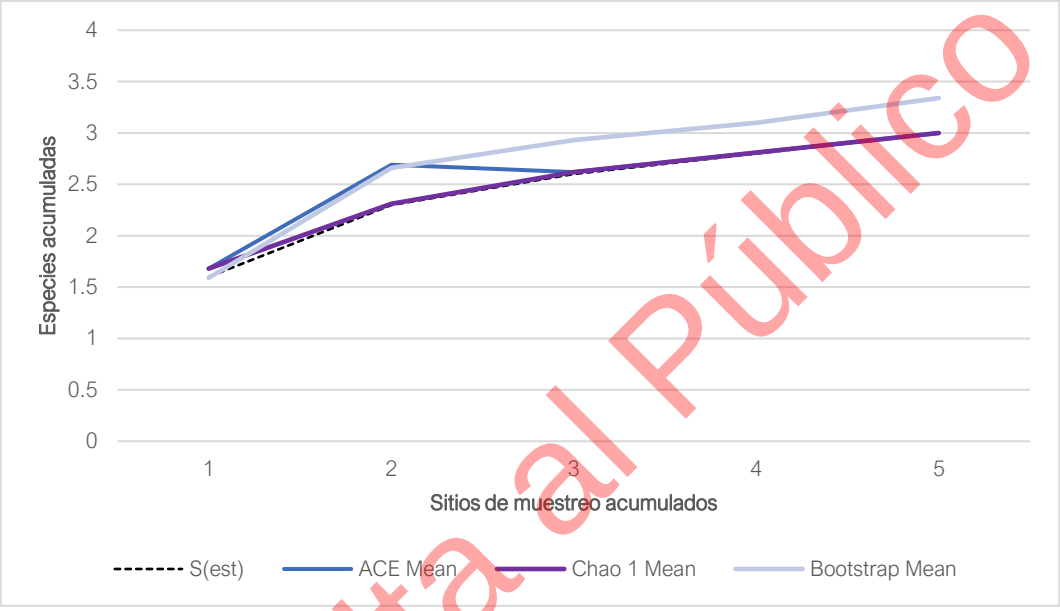


Figura III-32 Acumulación de especies de cactáceas del AP

Pasando al estrato herbáceo, se registraron individuos en todos los sitios de muestreo (12), en los cuales se identificaron 21 especies. El estimador Bootstrap es el que mejor se ajusta a los valores observados, con una completitud del 81.9 %, estimando 4.64 especies por registrar; mientras que ACE presenta una completitud del 72.0 %, con 8.16 especies por registrar. Respecto al estimador Chao 1, su tendencia se debe a la presencia de especies únicas dentro de la comunidad, ya que 8 de las 21 especies registradas solo fueron vistas una vez en el muestreo.

No obstante, los estimadores ACE y Bootstrap muestran una tendencia más estable, indicando que el esfuerzo de muestreo es cercano a la riqueza observada. Como se ilustra en la **Figura III-33** las curvas correspondientes a estos estimadores presentan un comportamiento asintótico.

Consulta al Público

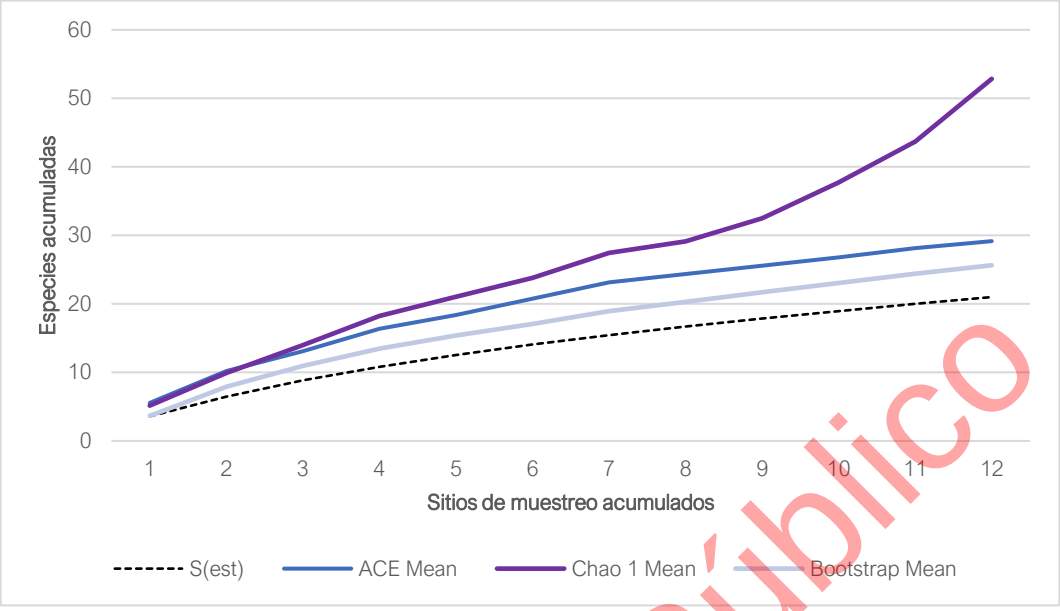


Figura III-33 Acumulación de especies de herbáceas del AP

III.3.6.2. Curvas de acumulación de especies en la VSa/SBC de la Región Ecológica (RE)

En la RE se realizaron 7 sitios de muestreo en los cuales se encontraron 45 especies distintas, para evaluar el esfuerzo de muestreo empleado para su caracterización, se calcularon los estimadores de incidencia y de abundancia, los cuales se presentan en la **Tabla III-20,** donde también se muestra el porcentaje de completitud con los valores reales obtenidos en campo.

Tabla III-20 Riqueza observada, esperada y porcentaje de completitud para el muestreo de la RE

	Estimadores de incidencia					Estimadores de abundancia	
	S (est)	Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
Riqueza	45	52.58	65.36	66.76	62.14	56.62	57.97
Completitud		85.58	68.85	67.41	72.42	79.48	77.63

Al igual que en el AP, los estimadores de incidencia que mejor se ajustan son el de Bootstrap con una completitud del 85.58 %, y 7.58 especies por registrar. Mientras que de los estimadores de abundancia ambos tienen un buen ajuste con un 79.48 % (ACE) y un 77.63 % (Chao 1) de completitud. ACE estima una menor cantidad de especies por registrar con 11.62, mientras que Chao 1 estima 12.97. En la **Figura III-34**, se observan las curvas de acumulación que mejor se ajustan a los valores reales.

Consulta al Público

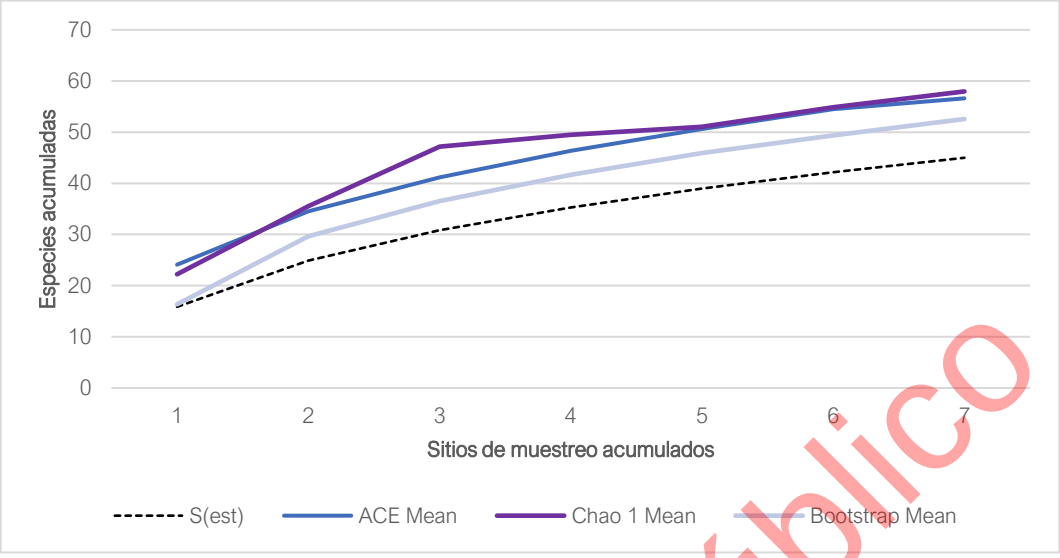


Figura III-34 Curvas de acumulación global de especies de la RE

Para el estrato arbóreo se registraron un total de 24 especies en los 7 sitios trabajados, en la **Figura III-35** se observa una amplia diferencia entre los estimadores de incidencia y de abundancia, siendo el estimador de Bootstrap el que presenta un mayor porcentaje de completitud, de 80.2 % (5.94 especies por identificar), en contraste a los estimadores de Chao 1 y ACE con 65.9 % y 61.2 % de completitud, que corresponden a 12.4 y 15.2 de especies por identificar. Esto se debe a que la diferencia entre la cantidad de individuos por especie es amplia, aunado a eso la incidencia de las especies predominantes es de 4.25 sitios promedio mientras que el promedio general del estrato está en 1.25 sitios.

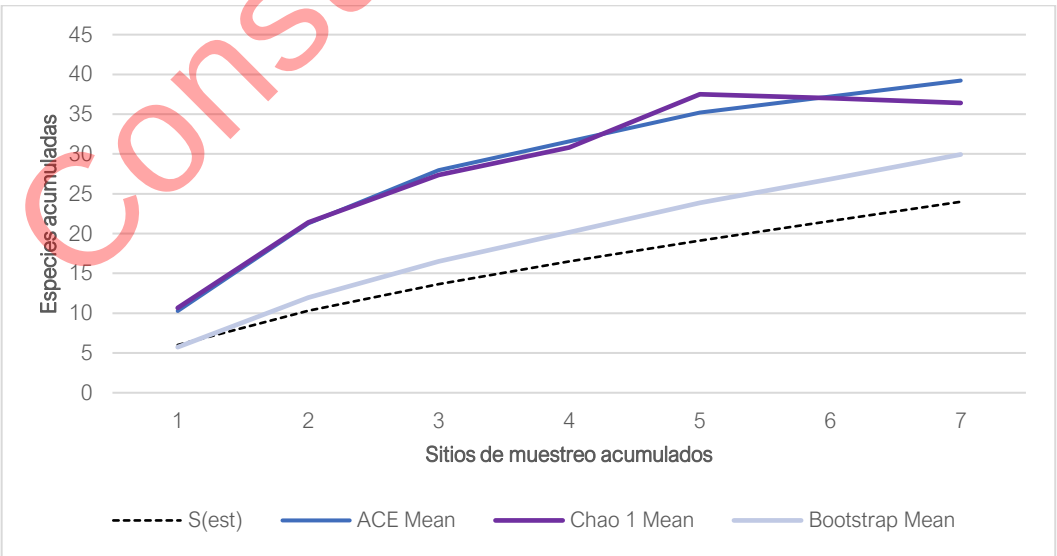


Figura III-35 Acumulación de especies del estrato arbóreo de la RE

Consulta al Público

En el muestreo del estrato arbustivo se identificaron 18 especies, teniendo registros en todos los sitios. El estimador que mejor se ajusta a los valore reales es Bootstrap, el cual estima que faltan 3.31 especies con un 84.5 % de completitud. Los estimadores Chao 1 (72.2 % de completitud) y ACE (71 % de completitud) estiman 6.93 y 7.35 especies por registrar. Como se observa en la **Figura III-36**, las curvas presentan una forma similar al estrato arbóreo, sin embargo, en este caso las curvas proyectan una mejor estabilización y aproximación.

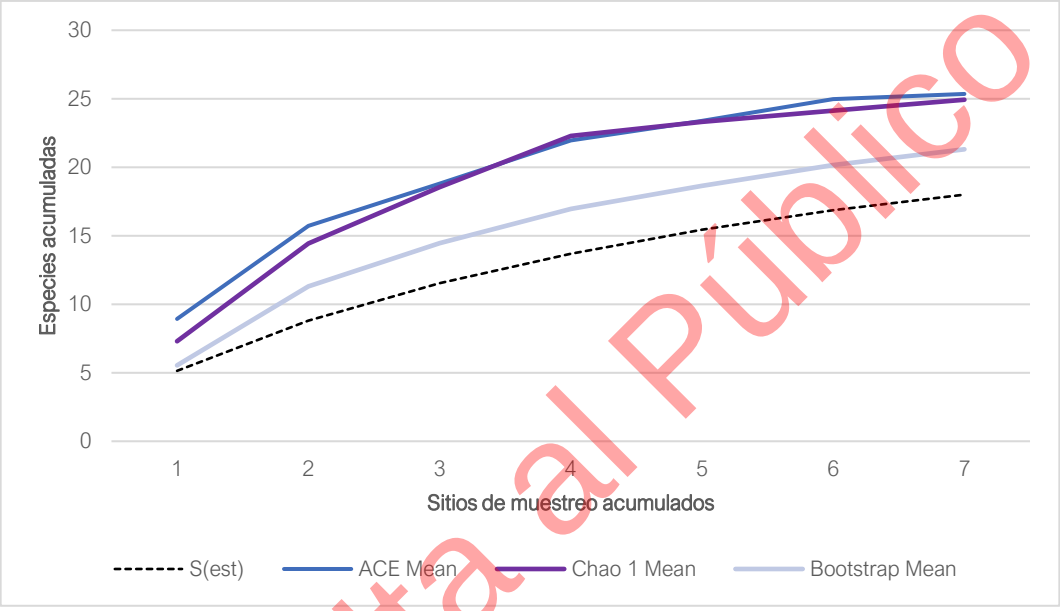


Figura III-36 Acumulación de especies del estrato arbustivo de la RE

Dentro de las cactáceas, se identificaron 3 especies en los 7 sitios de muestreo de la RE. Los estimadores de Chao 1 y ACE ajustan por completo respecto a la riqueza observada (completitud del 100 %) mientras que Bootstrap estimo 0.02 (completitud del 99.3 %) especies faltantes. En la **Figura III-37,** se muestran las curvas de acumulación, las cuales presentan una tendencia asintótica desde el sitio 3, lo que indica que la mayoría de las especies ya han sido registradas y que el esfuerzo de muestreo fue adecuado.

Consulta al Público

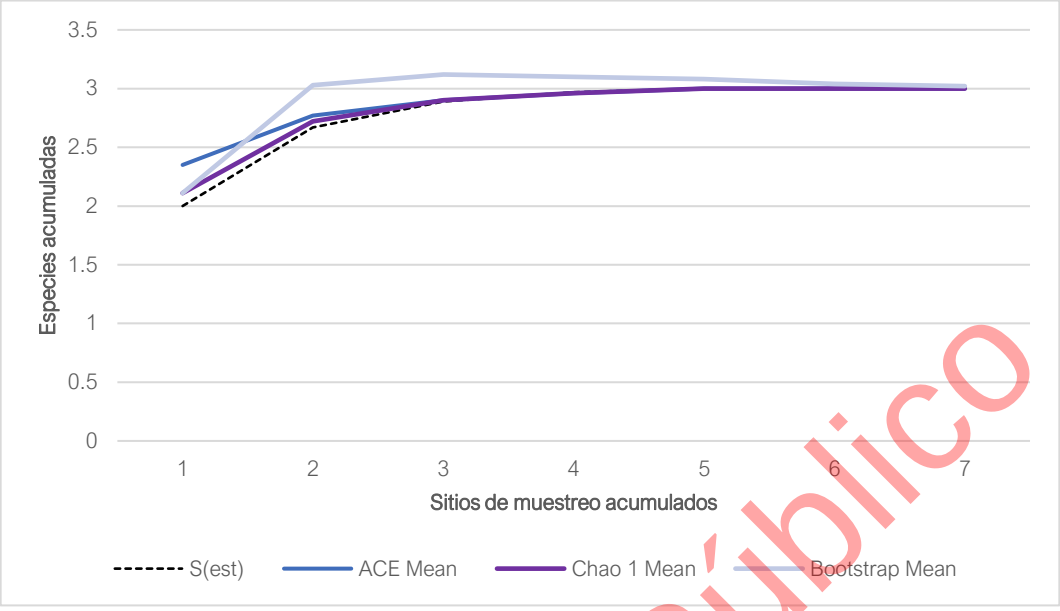


Figura III-37 Acumulación de especies del estrato de cactáceas de la RE

En lo que respecta al muestreo de las herbáceas, se registraron en todos los sitios de muestreo, identificándose 13 especies. Los estimadores Chao 1 y ACE reflejan más fielmente la riqueza real del estrato, con porcentajes de completitud de 92.9 % y 92.7 % (1.03 y 0.99 especies por encontrar), mientras que Bootstrap estima 2.5 registros por realizar (83.9 % de completitud) (**Figura III-38**).

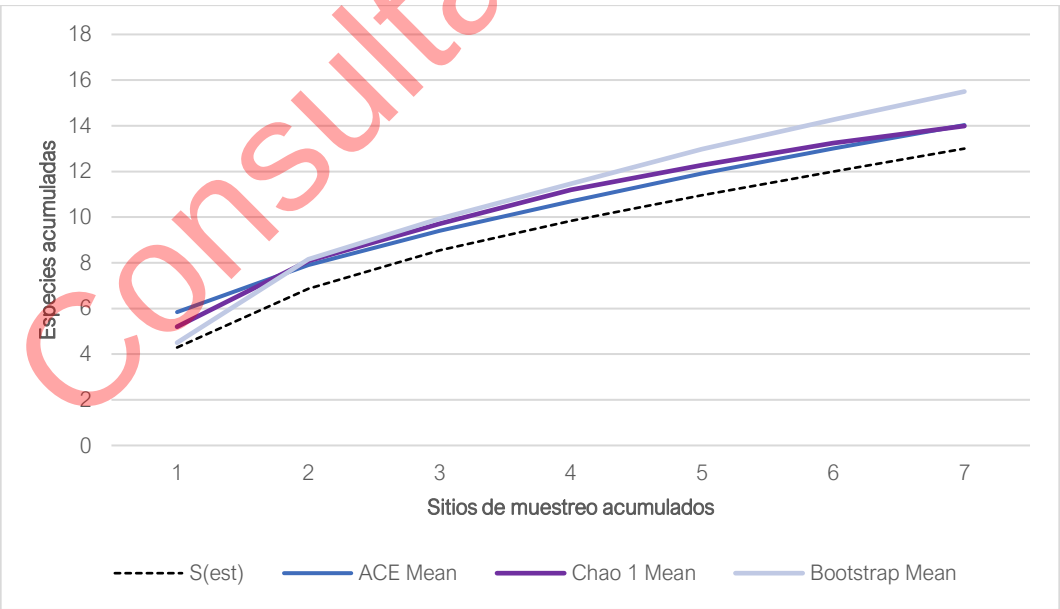


Figura III-38 Acumulación de especies del estrato herbáceo de la RE

Consulta al Público

III.4. FAUNA

III.4.1. Listado de especies potenciales

Con el objetivo de contar con un inventario previo de la diversidad de especies con la que cuenta la región, se elaboró un listado de las especies con potencial distribución dentro de la Región Ecológica (RE) previo a las actividades de monitoreo fauna. Dicha lista se realizó consultando distintas plataformas como: iNaturaList México, eBird, The Cornell Ornithology Laboratory, AvesMX, EnciclovVida, la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB), IUCN Red List of Threatened Species, Amphibian Species of the World, The reptil data base, Mammal Diversity Database, además, se enriqueció el listado a través de la revisión de inventarios elaborados en sitios RAMSAR como el Sistema de Lagunas Interdunarias de La Ciudad de Veracruz, en sitios de manglares con relevancia biológica como Arroyo Moreno y Mandinga; y en el AICA 150 Centro de Veracruz. Finalmente se revisaron estudios especializados para cada grupo de fauna a nivel nacional y a nivel estatal (Silva & Wilson, 2021; Torres *et al.*, 2021; Ceballos & Olivia, 2005).

El listado general de especies de fauna (aves, mamíferos, anfibios y reptiles), recopilado a partir de fuentes bibliográficas, se presenta con los siguientes datos: clase, orden, familia, género, especie, sinonimia, nombre común, estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estatus en la Lista Roja de la IUCN, Apéndices de la CITES y distribución, considerando especies endémicas, y en el caso de las aves, las migratorias, de acuerdo con el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México(SNIB MX). Este listado es de utilidad para evaluar la presencia o ausencia de las especies, obteniendo un diagnóstico preciso de la diversidad de especies del Área del Proyecto (AP).

Se registraron un total de 636 especies con distribución potencial en la RE (**Anexo III.5 Listado Potencial de fauna**) divididas en 41 órdenes y 127 familias. De los cuatro grupos faunísticos, el de mayor número de especies con distribución son las aves con 446, seguidas de los reptiles con 93 especies, mamíferos con 56 y los anfibios con 41 especies. Del total, 124 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**Tabla III-21**).

Tabla III-21 Especies con distribución potencial en la RE por grupo faunístico

Grupo faunístico	Órdenes	Familias	Número de especies	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	26	70	446	66
Reptiles	3	24	93	35
Mamíferos	9	22	56	8
Anfibios	3	11	41	15

Consulta al Público

Grupo faunístico	Órdenes	Familias	Número de especies	NOM-059-SEMARNAT-2010
Total	*41*	*127*	*636*	*124*

III.4.1.1. Aves

El grupo de aves comprende 446 especies con distribución potencial en la RE, agrupadas en 26 órdenes y 70 familias. De estas, 66 especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. La familia más representativa es Parulidae (reinitas, chipes y bijiritas), con 40 especies (11 %), seguida por Tyrannidae (37), Accipitridae (27) y Scolopacidae (26). En la **Figura III-39** se muestra el porcentaje de especies de aves por familia con distribución potencial en la RE.

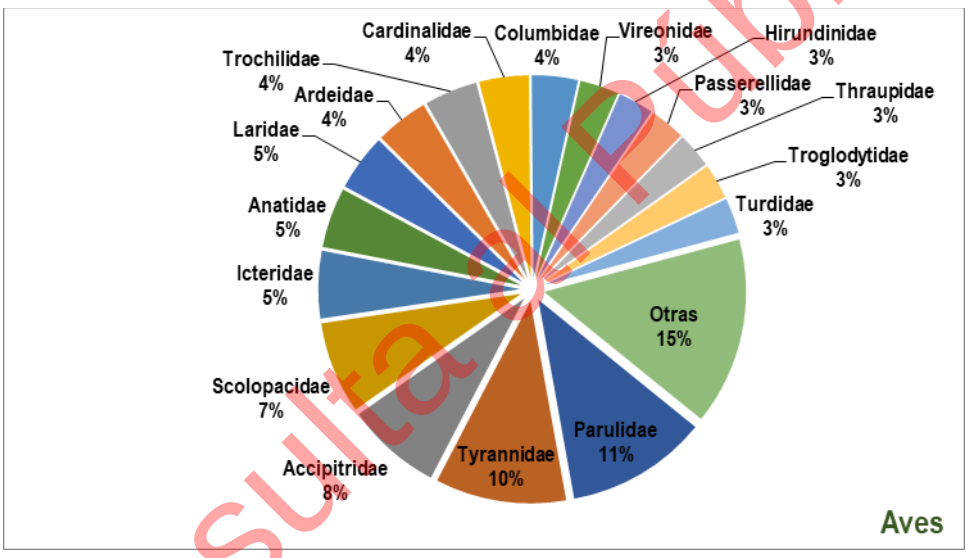


Figura III-39 Distribución porcentual de especies de aves por familia con distribución potencial en la RE

En contraste, durante el muestreo de campo se identificaron 77 especies, pertenecientes a 17 órdenes y 32 familias. Las familias con mayor diversidad fueron Tyrannidae e Icteridae, con 10 especies cada una. Todas las especies identificadas se encuentran incluidas en el listado potencial, representando el 17.26 % de coincidencia con respecto a las especies potenciales. Es preciso mencionar que el listado potencial se elaboró considerando especies que se pueden registrar en las distintas temporadas del año, así como especies raras en la región, esto con el objetivo de contar con el mayor número de especies probables a registrar dentro de la RE.

Del total de las especies registradas durante los muestreos de avifauna, nueve se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las especies *Amazona autumnalis* y *Campylorhynchus*

Consulta Público

rufinucha bajo la categoría Amenazada (A), las otras siete especies en encuentran en la categoría de Sujeta a protección especial (Pr).

III.4.1.2. Mamíferos

Para los mamíferos, se identificaron 56 especies con distribución potencial en la RE, distribuidas en 9 órdenes y 22 familias, del total de especies, ocho se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La familia más diversa es Phyllostomidae (murciélagos con hoja nasal), con 13 especies (23 %), seguida por Cricetidae (ratas campestres y ratones de las américas) con siete especies y Didelphidae (Tlacuaches) con cinco especies. En la **Figura III-40** se ilustra la distribución porcentual de especies de mamíferos por familia.

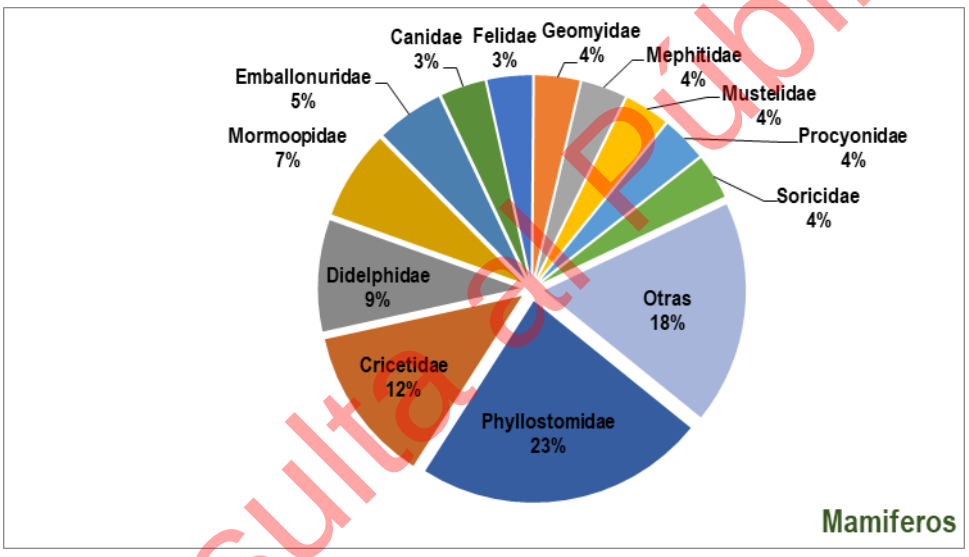


Figura III-40 Distribución porcentual de especies de mamíferos por familia con distribución potencial en la RE

Durante el muestreo de campo se identificaron 10 especies, correspondientes a ocho familias y cinco órdenes. De las especies registradas, dos se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010: la especie Herpailurus yagouaroundi (Jaguarundi), en la categoría Amenazada (A) y Leopardus pardalis (Ocelote), en la categoría En peligro de extinción (P). Las familias más representadas fueron Canidae y Felidae, cada una con dos especies. Todas las especies identificadas durante los muestreos se encuentran incluidas en el listado potencial previamente elaborado, representando el 17.86 % de coincidencia con respecto a las especies potenciales. Cabe mencionar que dentro del listado potencial se consideran especies raras en la región, especies que con requerimientos de hábitat específicos o con cierto grado de conservación, así como especies cripticas o con hábitos fosoriales lo cual dificulta su registro.

Consulta al Público

III.4.1.3. Anfibios

Se identificaron 41 especies de anfibios con distribución potencial en la RE, pertenecientes a tres órdenes y 11 familias. La familia más representativa fue Hylidae (ranas arborícolas), con 12 especies (29 %), seguida por Bufonidae (sapos) con seis especies (15 %) y Plethodontidae (salamandras) con cinco especies (12 %). Del total, 15 especies están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la **Figura III-41** se observa la distribución porcentual de las especies por familia.

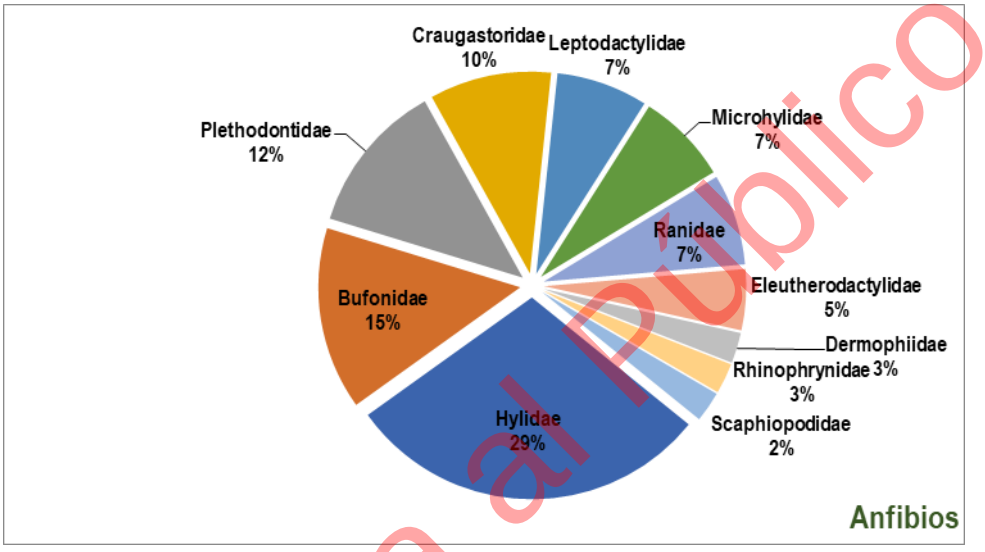


Figura III-41 Distribución porcentual de especies de anfibios por familia con distribución potencial en la RE

Durante el muestreo de campo se identificó solamente al Sapo costero (*Incilius valliceps*), el cual se identificó previamente durante la elaboración del listado potencial. Dicha especie no se encuentra registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los requerimientos ambientales de este grupo, tales como la presencia de cuerpos de agua, la preferencia de hábitats con poca perturbación, hábitos principalmente nocturnos, así como la relación de la abundancia con la temporada de lluvias como parte de su periodo reproductivo, se ven relacionados a la riqueza a registrar durante los muestreos, por lo tanto, se espera que las poblaciones de dicha especie se encuentren mayormente concentradas en las cercanías con cuerpos de agua de la RE.

III.4.1.4. Reptiles

Para el grupo de los reptiles, se registraron 93 especies con distribución potencial en la RE, agrupadas en tres órdenes y 24 familias. La familia más diversa es Colubridae (culebras), con 19 especies (21 %), seguida por Dipsadidae (culebras), con 15 especies (16 %) y Phrynosomatidae

Consulta al Público

(lagartijas espinosas y camaleones), con ocho especies (9 %). En la **Figura III-42** se observa la distribución de todas las familias. De estas, 35 especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

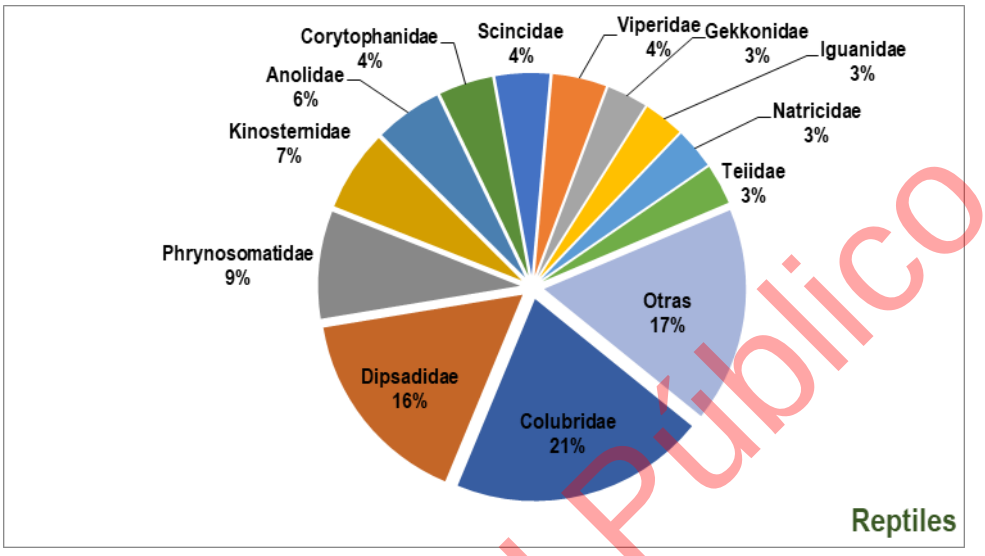


Figura III-42 Distribución porcentual de especies de reptiles por familia con distribución potencial en la RE

Durante los trabajos de campo se identificaron ocho especies de reptiles, todas previamente registradas durante la elaboración del listado potencial y coincidiendo en un 8.60 % con respecto a las especies que se pueden registrar dentro de la RE.

III.4.2. Metodología de muestreo

La fauna silvestre cuenta con la facultad de desplazarse entre diversos ecosistemas en función de la temporalidad y las condiciones del hábitat, con el objetivo de buscar refugio y alimento. Dicha movilidad dificulta la obtención de datos precisos sobre su distribución y riqueza en áreas extensas, como lo es la superficie que conforma a la RE. Sin embargo, existen diferentes estrategias y métodos que permiten obtener una caracterización de la composición faunística de los ecosistemas de interés.

Con el objetivo de determinar la fauna silvestre presente tanto en la RE como en el AP, se emplearon diferentes métodos de monitoreo adaptados a los principales grupos faunísticos terrestres: aves, mamíferos, anfibios y reptiles. El monitoreo de los vertebrados terrestres resulta ser una herramienta útil para la evaluación de la calidad del hábitat, fungiendo como bioindicadores de las condiciones ecológicas de los ecosistemas, así como en la participación activa en diversos procesos ecológicos dentro de las comunidades.

Consulta al Público

En la **Tabla III-22** se presenta el resumen de la metodología utilizada para la realización de los muestreos de fauna realizados en el AP y la RE, mientras que apartados posteriores se detalla la información relacionada con los muestreos realizados.

Tabla III-22 Resumen de la metodología utilizada en los muestreos de fauna

Área	Tipo	Método	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo	Estacionalidad	Fecha de realización	Esfuerzo del muestreo
AP	Direccionado	Aves: Puntos de conteo de aves (con radio de 25 m)	20	5:50 a 13:00	Secas	14 al 19 de mayo del 2026	3.33 horas
	Direccionado	Herpetofauna: Transectos (con longitud de 250 m)	10	5:50 a 13:00	Secas	14 al 19 de mayo del 2026	10 horas
	Direccionado	Mamíferos: Transectos (con longitud de 250 m)	10	5:50 a 13:00	Secas	14 al 19 de mayo del 2026	10 horas
	Direccionado	Mamíferos: Fototrampeo	2	Diurno - Nocturno	Secas	14 al 19 de mayo del 2026	192 horas
RE	Direccionado	Aves: Puntos de conteo de aves (con radio de 25 m)	20	5:50 a 13:00	Secas	14 al 19 de mayo del 2026	3.33 horas
	Direccionado	Herpetofauna: Transectos (con longitud de 250 m)	10	5:50 a 13:00	Secas	14 al 19 de mayo del 2026	10 horas
	Direccionado	Mamíferos: Transectos (con longitud de 250 m)	10	5:50 a 13:00	Secas	14 al 19 de mayo del 2026	10 horas
	Direccionado	Mamíferos: Fototrampeo	2	Diurno - Nocturno	Secas	14 al 19 de mayo del 2026	192 horas

III.4.2.1. Sitios de muestreo

Como parte de la planeación del muestreo faunístico dentro del RE y el AP, se consideró una serie de elementos que ofrecieran una visión integral de las condiciones ecológicas presentes en ambas áreas de estudio. Con apoyo de imágenes satelitales recientes se identificaron los distintos tipos de vegetación, usos del suelo y la localización de cuerpos de agua. En ambas áreas de estudio (RE y AP), se identificaron superficies extensas destinadas a actividades agrícolas y de pastoreo, que han provocado una transformación significativa en el paisaje, alterando la estructura de las comunidades de fauna silvestre presentes en la región.

La determinación de la diversidad de los distintos grupos faunísticos se llevó a cabo mediante técnicas de monitoreo especializadas para cada uno de los grupos de interés (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). El método principal fue el de registro por encuentros visuales (REV), el cual resulta

Consulta al Público

eficaz para estimar la composición de especies, abundancia relativa, asociaciones con el hábitat y niveles de actividad (Lips y Reaser, 1999). Mientras que la identificación de los organismos observados (ya sea a través de fotografías, huellas o rastros) se realizó con apoyo de guías de campo especializadas y claves de identificación, tales como Álvarez *et al.,* (2004), Aranda (2005, 2012) y Ceballos y Miranda (2000).

La elección de los sitios de muestreo se realizó a partir del análisis de imágenes satelitales generadas durante el mes de abril de 2026, priorizando áreas con vegetación nativa, ecotonos, cuerpos de agua y distintos grados de conservación. Así mismo, se consideraron coberturas con características similares en la RE y en el AP con el objetivo de obtener una adecuada comparación de la diversidad en ambas áreas de estudio. Una vez definidos los sitios, se programaron visitas de campo para realizar el monitoreo de los distintos grupos faunísticos.

El muestreo se realizó del 14 al 19 de mayo de 2026, periodo que coincidió con el final de la temporada seca.

III.4.2.1.1. Mamíferos

Para el monitoreo del grupo de mamíferos se colocaron cámaras trampa y se realizó la búsqueda de huellas y rastros en transectos. Los modelos de distancia son uno de los métodos de mayor uso para la estimación de diversidad y abundancia de poblaciones de fauna silvestre (Buckland *et al*., 2015) al ser métodos económicos, fáciles y estadísticamente robustos, los cuales permiten estimar la densidad y/o la abundancia relativa.

A. Muestreo por transectos

De manera indirecta, se realizó la búsqueda de rastros como rascaderos, echaderos, madrigueras, huellas, excretas, pelo o cualquier tipo de rastro con el fin de identificar a los mamíferos presentes en la zona. En la mayoría de los casos, estos rastros permiten identificar a los organismos hasta el nivel de especie.

En el caso de las huellas, se consideraron características como el tamaño y la forma. Para las excretas, se consideró el tamaño, color, forma, constitución, presencia de fragmentos de hueso o pelo, y si el contenido está compuesto por material vegetal, animal o una combinación de ambos (Aranda, 2000). Otros rastros incluyen marcas de garras en los árboles, rascaderos en el suelo (Shaw, 1990; Aranda, 2000), así como madrigueras, que pueden corresponder a especies como armadillos (Aranda, 2000; Arteaga y Martins, 2008). Durante los recorridos se obtuvo un registro fotográfico de

Consulta al Público

los rastros que se encontraron, empleando como apoyo guías de escala como reglas, para posteriormente ser identificados a nivel de especie (**Figura III-43**). Durante el recorrido de cada transecto se tomaron las coordenadas de cada uno de los registros obtenidos.



Figura III-43 A) Búsqueda de rastros en recorridos de transectos, B) Registro fotográfico de rastros durante los recorridos, C) Toma de medidas de huellas de mamíferos encontrados durante los recorridos y D) Identificación de excretas por composición

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: A) 784428, 2134117; B) 783676, 2133971; C) 783670, 2132679; D) 783274, 2132896

Consulta al Público

Para registrar las especies de mamíferos de talla mediana y grande se seleccionaron 20 transectos con una dimensión de 250 metros de longitud y seis metros de ancho, de los cuales 10 se ubicaron dentro de la RE y 10 dentro del AP. La elección preliminar de los transectos se definió a partir del análisis visual de imágenes satelitales recientes identificando áreas con cobertura vegetal de los tipos de vegetación de interés, así como la localización de cuerpos de agua. Durante la visita de campo se confirmaron y, de ser necesario, se corrigieron, los transectos preliminares corroborando

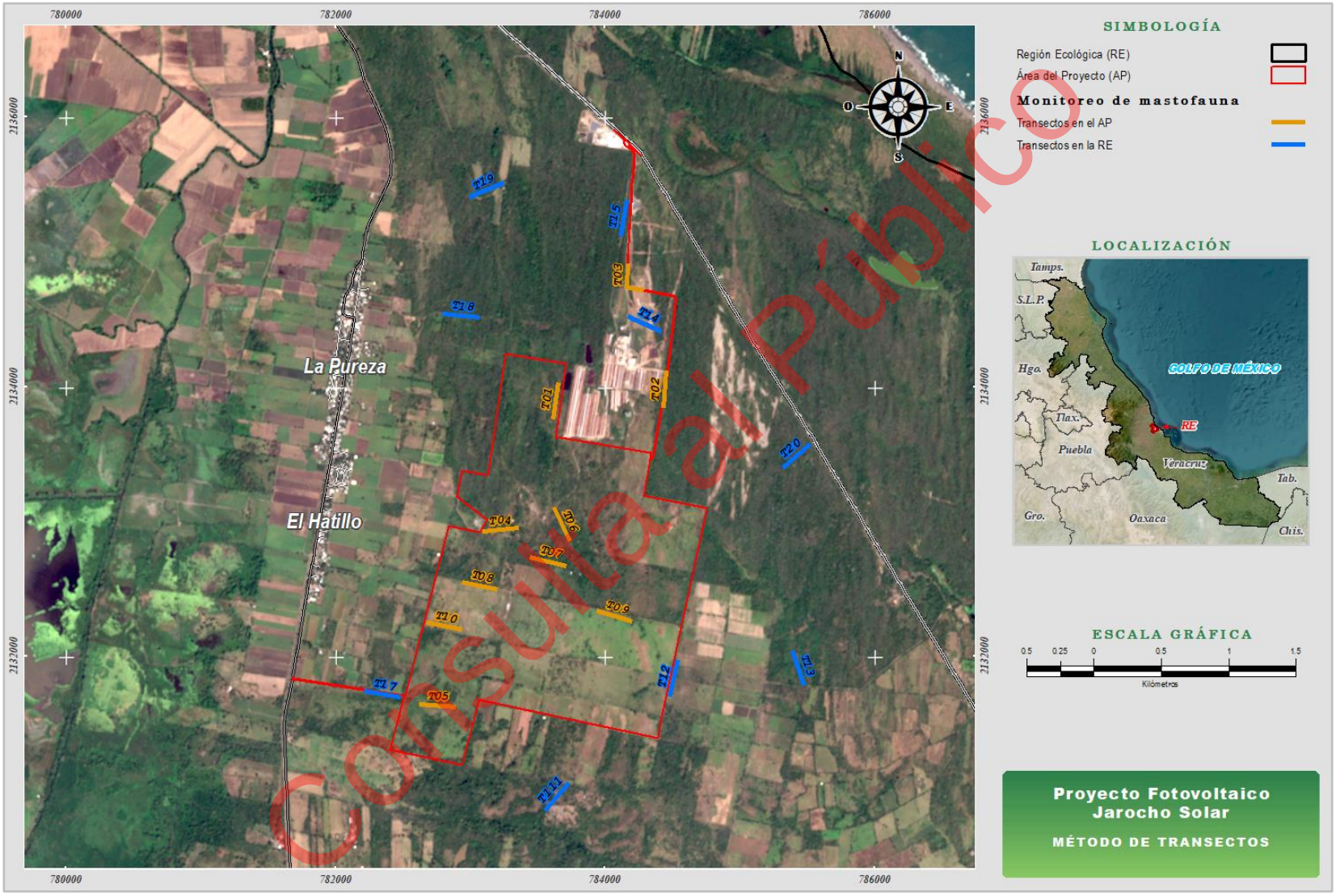
la presencia de cobertura vegetal y cuerpos de agua, así como la autorización de accesos por parte de los propietarios. En la **Tabla III-23** se presentan las coordenadas de los vértices de cada transecto, mientras que en la **Figura III-44** se muestra la distribución espacial de los sitios muestreados.

Tabla III-23 Coordenadas de los vértices de los transectos recorridos para el registro de mamíferos, en AP y la RE

Sitio	Vértice	Coordenadas[1]		Ubicación	Sitio	Vértice	Coordenadas[1]		Ubicación
		X	Y				X	Y	
T01	1	783658	2134036	AP	T11	1	783738	2131064	RE
T01	2	783616	2133764	AP	T11	2	783556	2130858	RE
T02	1	784459	2134118	AP	T12	1	784543	2131973	RE
T02	2	784440	2133844	AP	T12	2	784486	2131704	RE
T03	1	784174	2134911	AP	T13	1	785399	2132044	RE
T03	2	784165	2134740	AP	T13	2	785481	2131782	RE
T03	3	784289	2134716	AP	T14	1	784171	2134525	RE
T04	1	783365	2132952	AP	T14	2	784422	2134412	RE
T04	2	783091	2132930	AP	T15	1	784163	2135388	RE
T05	1	782896	2131627	AP	T15	2	784120	2135116	RE
T05	2	782621	2131647	AP	T16	1	782869	2130421	RE
T06	1	783741	2132857	AP	T16	2	782808	2130153	RE
T06	2	783624	2133105	AP	T17	1	782487	2131696	RE
T07	1	783713	2132671	AP	T17	2	782215	2131742	RE
T07	2	783447	2132738	AP	T18	1	783071	2134516	RE
T08	1	783208	2132495	AP	T18	2	782797	2134545	RE
T08	2	782939	2132553	AP	T19	1	783250	2135515	RE
T09	1	784204	2132258	AP	T19	2	782997	2135407	RE
T09	2	783942	2132339	AP	T20	1	785531	2133576	RE
T10	1	782944	2132197	AP	T20	2	785321	2133398	RE
T10	2	782674	2132252	AP					

[1]*Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.*

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura III-44 Distribución espacial de los transectos para el muestreo de mastofauna

B. Muestreo mediante fototrampeo

El uso de cámaras trampa se caracteriza por ser un método no invasivo que permite la observación de especies con un esfuerzo relativamente bajo (Rowcliffe *et al*., 2008). La información obtenida a través de este método es empleada para describir la abundancia relativa de las especies (Silver *et al*., 2004; Marnewick *et al*., 2008), el uso del hábitat (Head *et al*., 2012), los patrones de actividad (Michalski y Norris, 2011; Rowcliffe *et al*., 2014) y las dinámicas poblacionales (Varma *et al*., 2006), entre otros aspectos ecológicos relevantes para la conservación.

El método consiste en colocar cámaras que se activan mediante sensores de movimiento. Al pasar un organismo frente al sensor, este lo detecta y activa la cámara, que captura una fotografía, un video o ambos, según la configuración establecida. Las cámaras deben colocarse a una altura de entre 30 y 60 cm sobre el suelo, generalmente sujetas al tronco de un árbol. La distancia entre la cámara y el objetivo debe estar entre 70 y 120 cm para obtener imágenes de buena calidad (**Figura III-45**).

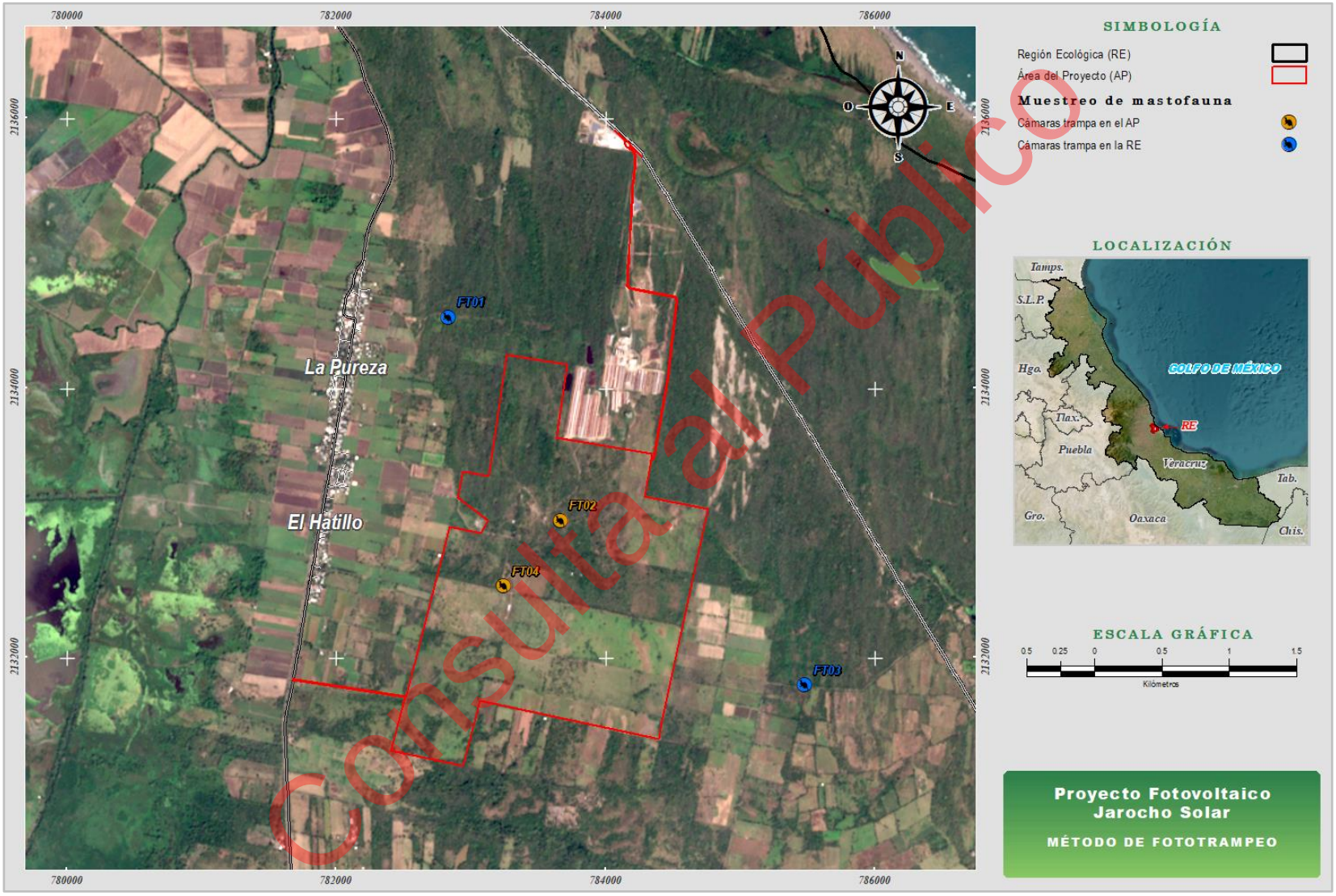


Figura III-45 Método de fototrampeo. A) Instalación de fototrampa, y B) Configuración de fototrampa para el registro de mamíferos

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: A) 783245, 2132529; B) 783667, 2133016

En total se instalaron cuatro fototrampas, dos dentro del AP y dos en la RE, mismas que fueron ubicadas cerca de cuerpos de agua, senderos de fauna o sitios en dónde se detectó la presencia de mamíferos. En la **Figura III-46** se ilustra su distribución espacial de los sitios de muestreo tanto en la RE como en el AP, y en la **Tabla III-24** se presentan sus coordenadas.

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura III-46 Distribución espacial de la colocación de las cámaras de fototrampeo para el muestreo de mastofauna en el AP

Tabla III-24 Coordenadas de la ubicación de las fototrampas para el monitoreo de mastofauna, en el AP y RE

Sitio	Coordenadas[1]		Ubicación
	X	Y	
FT01	782837	2134524	RE
FT02	783667	2133016	AP
FT03	785485	2131797	RE
FT04	783245	2132529	AP

[1]*Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.*

III.4.2.1.2. Aves

Para el grupo de las aves, el muestreo fue realizado mediante el método de punto de conteo de aves (PCA), que consiste en que un observador permanezca en un punto fijo y tome registro de todas las aves vistas y escuchadas en un área delimitada durante un periodo de tiempo determinado. El objetivo del PCA fue contar a los organismos una sola vez para obtener la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución (Ralph *et al.*, 1996). Adicionalmente, en cada PCA se anotaron características de vuelo y comportamiento de los individuos, tales como distancia al punto de observación, estrato, actividad, dirección de vuelo y altura de vuelo. Cada PCA tuvo un radio de 25 metros y un tiempo de observación de 10 min, y fueron ubicados al inicio y al final de cada uno de los transectos del monitoreo de mamíferos y herpetofauna. En total se realizaron 40 PCA, divididos en 20 sitios para el AP y 20 para la RE, en la **Tabla III-25** y en la **Figura III-48** se muestra su distribución en el área de estudio.

Tabla III-25 Coordenadas de la ubicación de los puntos de conteo de aves (PCA) para el registro de avifauna, en el AP y RE

PCA	Coordenadas[1]		Ubicación	PCA	Coordenadas[1]		Ubicación
	X	Y			X	Y	
PCA01	783658	2134036	AP	PCA21	783738	2131064	RE
PCA02	783616	2133764	AP	PCA22	783556	2130858	RE
PCA03	784459	2134118	AP	PCA23	784543	2131973	RE
PCA04	784440	2133844	AP	PCA24	784486	2131704	RE
PCA05	784174	2134911	AP	PCA25	785399	2132044	RE
PCA06	784289	2134716	AP	PCA26	785481	2131782	RE
PCA07	783365	2132952	AP	PCA27	784171	2134525	RE
PCA08	783091	2132930	AP	PCA28	784422	2134412	RE
PCA09	782896	2131627	AP	PCA29	784163	2135388	RE
PCA10	782621	2131647	AP	PCA30	784120	2135116	RE
PCA11	783741	2132857	AP	PCA31	782869	2130421	RE
PCA12	783624	2133105	AP	PCA32	782808	2130153	RE

Consulta al Público

PCA	Coordenadas[1]		Ubicación	PCA	Coordenadas[1]		Ubicación
	X	Y			X	Y	
PCA13	783713	2132671	AP	PCA33	782487	2131696	RE
PCA14	783447	2132738	AP	PCA34	782215	2131742	RE
PCA15	783208	2132495	AP	PCA35	783071	2134516	RE
PCA16	782939	2132553	AP	PCA36	782797	2134545	RE
PCA17	784204	2132258	AP	PCA37	783250	2135515	RE
PCA18	783942	2132339	AP	PCA38	782997	2135407	RE
PCA19	782944	2132197	AP	PCA39	785531	2133576	RE
PCA20	782674	2132252	AP	PCA40	785321	2133398	RE

[1]*Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.*

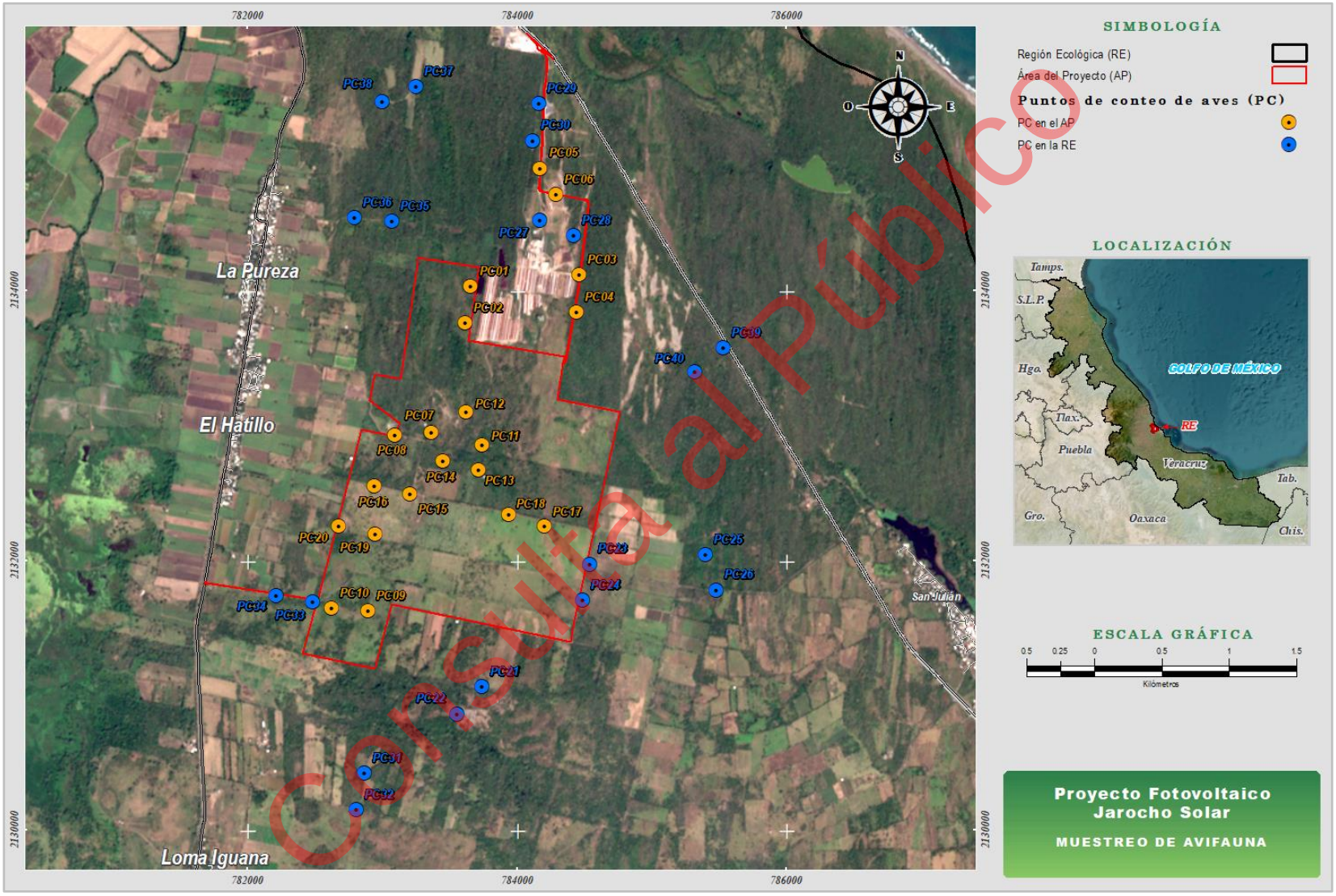
Las observaciones se realizaron con ayuda de binoculares y cámara fotográfica, anotando el nombre de la especie y el número de individuos. La distancia de vuelo al punto de observación y altura de vuelo fueron tomados con apoyo de un Telémetro Hipsómetro Láser modelo Nikon Forestry Pro II. Por otra parte, la dirección de vuelo se tomó con ayuda de una brújula considerando el norte como punto de referencia (**Figura III-47**).



Figura III-47 Métodos de monitoreo de aves. A) y B) Identificación de aves en puntos de conteo C) Toma de distancia y altura de vuelo con Telémetro Hipsómetro, y D) Registro de características de vuelo, riqueza y abundancia en puntos de conteo de aves

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: A) 783658, 2134036; B) 785481, 2131782; C) 782674, 2132252; D) 782674, 2132252

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura III-48 Distribución espacial de los puntos de conteo para el muestreo de avifauna

Adicionalmente, durante los recorridos por los transectos también se anotaron las aves observadas de manera *Ad libitum*, esto con el objetivo de obtener una adecuada caracterización de las comunidades de aves presentes en el área de estudio.

La identificación de las aves se realizó mediante la experiencia del observador y con ayuda de guías de campo especializadas (Peterson y Chalif, 1989; Howell y Webb, 1995) y la identificación auditiva con apoyo de la aplicación Merlin Bird ID de Cornell Lab para celular.

III.4.2.1.3. Herpetofauna

El muestreo de herpetofauna se realizó mediante la técnica de búsqueda intensiva, la cual consistió en la observación, conteo y captura de individuos para identificación, en distintos tipos de hábitats y microhábitats, debajo de rocas y troncos, oquedades en árboles, entre la corteza, la hojarasca y en cuerpos de agua (**Figura III-49**). Las observaciones se llevaron a cabo a lo largo de transectos de 250 m de longitud por 6 m de ancho, mismos que fueron compartidos con el registro de mastofauna.

La manipulación de los ejemplares se realizó únicamente cuando fue necesario, utilizando ganchos y pinzas herpetológicas, redes, ligas de hule y guantes, en el caso de los anfibios se emplearon guantes de látex para prevenir cualquier alteración de su microbiota cutánea. Esta manipulación permitió observar características diagnósticas para su adecuada identificación taxonómica. Todos los ejemplares fueron liberados en el mismo sitio donde fueron capturados y el tiempo de manipulación no excedió los 10 minutos, con el fin de minimizar el estrés en los individuos.

Los individuos observados fueron anotados en bitácoras de campo, complementados con fotografías para facilitar su posterior identificación. En algunos casos, la toma fotográfica no fue posible, por lo que el registro se basó únicamente en el avistamiento. La información recabada incluyó la especie, el número de individuos, datos biológicos relevantes y, en el caso de ejemplares no identificados en campo, sus características particulares. La identificación se llevó a cabo con base en la experiencia del técnico responsable y con el apoyo de estudios especializados (González, Garza, Balderas, 2021; Flores-Villela *et al.*, 1987) y guías de campo del estado de Veracruz (Guzmán, 2011; Soriano, 2007).

Consulta al Público



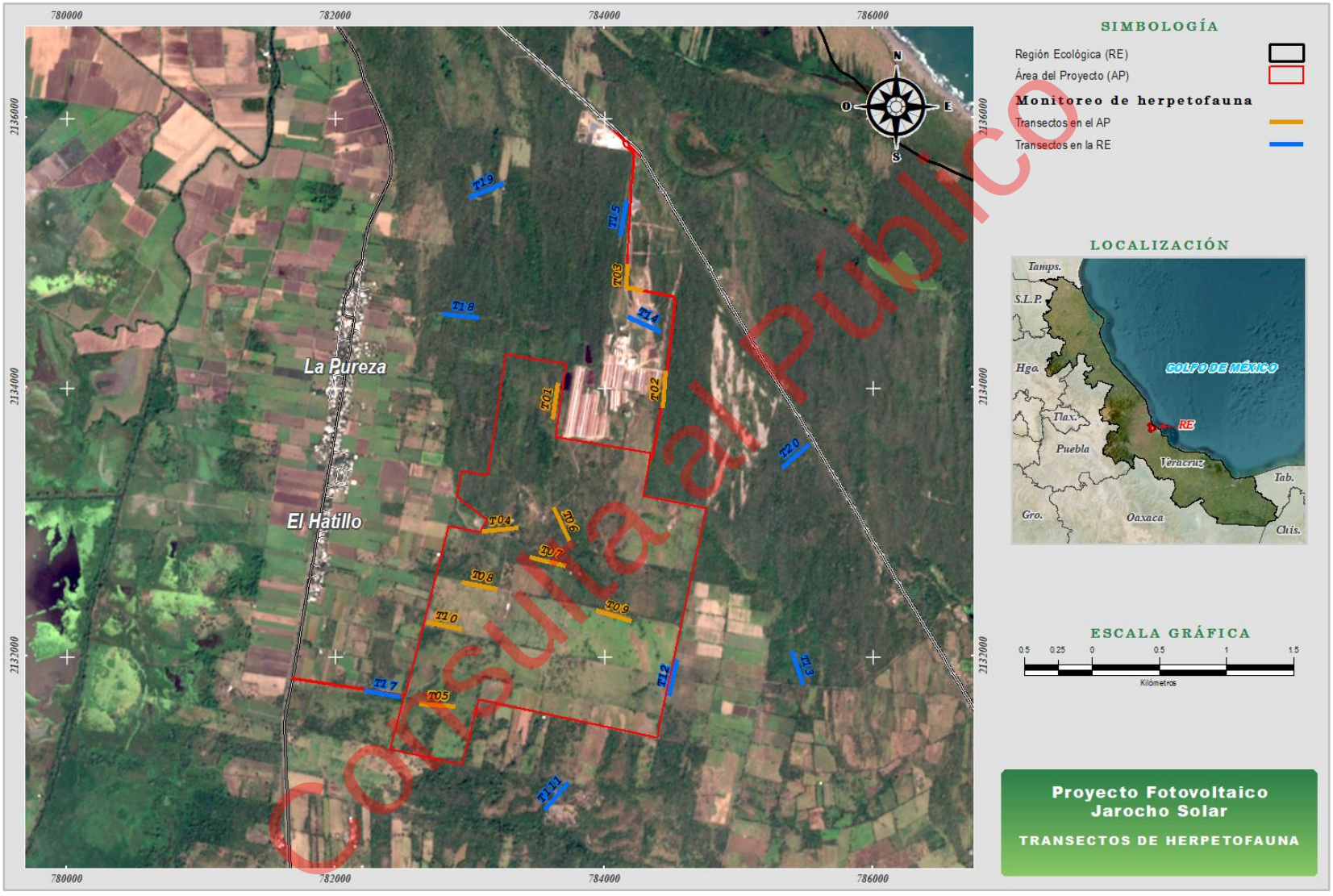
Figura III-49 Método de muestreo de herpetofauna. A) Recorrido de transectos para el registro de individuos, B) Remoción de hierba y hojarasca para búsqueda de individuos, C) y D) Registro de rastros de reptiles

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: A) 783670, 2133757; B) 783274, 2132896; C) 783646, 2131061; D) 783192, 2135457

Consulta al Público

Es preciso mencionar que el periodo de actividad de gran parte de los anfibios y reptiles es durante la noche, sin embargo, el monitoreo fue realizado de manera diurna como parte del protocolo de seguridad. El muestreo fue efectuado entre las 7:00 y las 11:00 horas, con una duración en promedio de una hora por cada transecto.

Para este muestreo se realizó un total de 20 transectos, distribuidos en 10 dentro del AP y 10 en la RE. En la **Figura III-50** se observa la distribución espacial de los transectos y en la **Tabla III-26** se presentan las coordenadas UTM de los vértices iniciales, intermedios y finales de cada transecto.



Consulta al Público

Figura III-50 Distribución espacial de los transectos realizados para el muestreo de herpetofauna

Tabla III-26 Coordenadas de los vértices de los transectos recorridos para el registro de herpetofauna, en AP y la RE

Sitio	Vértice	Coordenadas[1]		Ubicación	Sitio	Vértice	Coordenadas[1]		Ubicación
		X	Y				X	Y	
T01	1	783658	2134036	AP	T11	1	783738	2131064	RE
T01	2	783616	2133764	AP	T11	2	783556	2130858	RE
T02	1	784459	2134118	AP	T12	1	784543	2131973	RE
T02	2	784440	2133844	AP	T12	2	784486	2131704	RE
T03	1	784174	2134911	AP	T13	1	785399	2132044	RE
T03	2	784165	2134740	AP	T13	2	785481	2131782	RE
T03	3	784289	2134716	AP	T14	1	784171	2134525	RE
T04	1	783365	2132952	AP	T14	2	784422	2134412	RE
T04	2	783091	2132930	AP	T15	1	784163	2135388	RE
T05	1	782896	2131627	AP	T15	2	784120	2135116	RE
T05	2	782621	2131647	AP	T16	1	782869	2130421	RE
T06	1	783741	2132857	AP	T16	2	782808	2130153	RE
T06	2	783624	2133105	AP	T17	1	782487	2131696	RE
T07	1	783713	2132671	AP	T17	2	782215	2131742	RE
T07	2	783447	2132738	AP	T18	1	783071	2134516	RE
T08	1	783208	2132495	AP	T18	2	782797	2134545	RE
T08	2	782939	2132553	AP	T19	1	783250	2135515	RE
T09	1	784204	2132258	AP	T19	2	782997	2135407	RE
T09	2	783942	2132339	AP	T20	1	785531	2133576	RE
T10	1	782944	2132197	AP	T20	2	785321	2133398	RE
T10	2	782674	2132252	AP					

[1]*Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84.*

III.4.2.2. Esfuerzo de muestreo

El muestreo de fauna se realizó en una campaña del 14 al 19 de mayo de 2026 cubriendo el final de la época de secas. Se invirtió un total de 430.67 horas en los diferentes métodos de muestreo aplicados. En la **Tabla III-27** se detallan los tipos de muestreo empleados por grupo faunístico y los tiempos invertidos en cada uno.

Consulta al Público

Tabla III-27 Métodos de muestreo por grupo faunístico y tiempo invertido para cada método en horas totales y días totales trabajados

Grupo	Método	Sitios RE	Sitios AP	Total de sitios	Características	Horas totales[1]	Días trabajados[2]
Mastofauna	Transectos	10	10	20	250 m x 6 m x 1 hrs	20	5
	Fototrampeo	2	2	4	4 días x 4 noches	384	5
Avifauna	Puntos de conteo	20	20	40	10 min c/u	6.67	5
Herpetofauna	Transectos	10	10	20	250 m x 6 m x 1 hrs.	20	5
Total		***42***	***42***	***84***		***430.67***	***18****

*[1]Las horas totales corresponden al tiempo invertido específicamente en cada tipo de muestreo, teniendo en cuenta que varios métodos se realizaron simultáneamente, como el recorrido de los transectos para mamíferos y herpetofauna. Por lo tanto, la acumulación de estas no refleja las horas reales en campo. [2]Los días trabajados se refieren a aquellos en los que se aplicaron los métodos de muestreo, destacando que, durante un mismo día, se utilizaron diferentes técnicas, lo que significa que los días no son acumulativos. *Estos días corresponden al total del inventario de fauna, realizado durante la temporada de muestreo.*

El grupo de la mastofauna fue aquel al que se invirtió mayor tiempo, considerando los tipos y cantidades de métodos aplicados, sumo un total de 560 horas y distribuidas de la siguiente manera:

a) Recorridos de transectos: Se realizaron 20 transectos (10 en la RE y 10 en el AP), con un total de 20 horas invertidas, promediando una hora por cada recorrido.
b) Detección por fototrampeo: Se dedicaron 384 horas a la detección de individuos mediante fototrampeo, utilizando cuatro cámaras trampa (dos en la RE y dos en el AP) que estuvieron en funcionamiento durante cuatro días y cuatro noches.

Para el grupo de aves, se invirtieron 6.67 horas utilizando el método de puntos de conteo, con 40 sitios (20 en la RE y 20 en el AP). Finalmente, para el grupo de anfibios y reptiles, se destinaron 20 horas en recorridos de transectos, distribuidos equitativamente entre 10 transectos en la RE y 10 en el AP.

III.4.3. Análisis de datos

III.4.3.1. Descripción cualitativa

Para cada grupo faunístico se presenta una descripción cualitativa de la comunidad, misma que considera: la riqueza específica (número de especies) obtenida para cada grupo, el número de órdenes y familias registradas, así como su endemismo y estatus de residencia. Esta información se resume en un listado de las especies registradas durante el monitoreo.

Consulta al Público

III.4.3.2. Descripción cuantitativa

III.4.3.2.1. Abundancia relativa

La abundancia relativa es la incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás, es decir, el número de individuos de una especie con respecto a otra especie y permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Magurran, 1988). Se obtuvo del cociente entre el número de registros por especie y el número total de especies registradas:

$$AR = (NR/NT) * 100$$

Donde:

AR = *Abundancia relativa*

NR = *Numero de registros por especie*

NT = *Número total de registros de todas las especies*

III.4.3.2.2. Índices de biodiversidad

El análisis de la diversidad local (diversidad alfa) se realizó a partir de la estimación de diferentes índices que se describen a continuación:

A. Índice de Shannon – Wiener (H')

Este índice se calculó para valorar la diversidad alfa de la zona de estudio. Se representa con la letra H'. Representa la relación entre la riqueza de especies y la abundancia relativa de los individuos, asumiendo que estos dos factores influyen en la heterogeneidad de la comunidad (Pla, 2006). Adquiere valores entre uno, cuando hay una sola especie y 5 cuando las comunidades son altas en diversidad de especies (Margalef, 1972). La fórmula del índice de Shannon-Wiener es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i * In(P_i)$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

H' = *Índice de Shannon-Wiener*

Consulta al Público

S = *Número de especies presentes*

N = *Número total de individuos*

n_i = *Número de individuos de la especie* ***i***

In = *Logaritmo natural (base e)*

P_i = *Abundancia proporcional de las especies* ***i***

Los valores obtenidos se interpretan de la siguiente manera (Margalef, 1972):

Valor	Significado
Menor a 2	Diversidad baja
De 2.1 a 3.4	Moderado o diversidad media
Mayor a 3.5	Diversidad alta

B. Índice de Margalef (Mg)

El índice de Margalef (Mg), determina la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número total de individuos existentes en la muestra analizada (Magurran, 2004). Se calcula con la siguiente ecuación, en la que, a mayor valor de Mg, mayor riqueza de especies (Álvarez *et al.*, 2004).

$$Mg = \frac{S - 1}{ln\, N}$$

Donde:

Mg = *Diversidad especifica de Margalef*

S = *Número total de especies presentes*

N = *Número total de individuos*

In = *Logaritmo natural (base e)*

Este índice mide la riqueza específica, considerando los valores obtenidos de la siguiente manera (Margalef, 1958):

Valor	Significado
Menor a 2	Zona de baja diversidad
De 2.1 a 4.9	Zona de moderada o diversidad media
Mayor a 5	Zona de alta diversidad

Consulta al Público

C. Índice de equidad de Pielou (J')

Se representa como J', mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de cero a uno, en donde el valor de uno corresponde a situaciones donde las especies son igualmente abundantes y cero indica un peso totalmente desigual (Magurran, 1988). El cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$J' = \frac{H'}{ln\, S}$$

Donde:

J' = *Índice de equidad de Pielou*

H' = *Índice de Shannon-Wiener*

S = *Riqueza especifica (Número total de especies presentes)*

Los valores obtenidos con el índice se interpretan con base a la siguiente escala (Aguirre, 2013):

Valor	Significado	
De 0 – 0.33	Heterogéneo en abundancia	Diversidad baja
De 0.34 – 0.66	Ligeramente heterogéneo en abundancia	Diversidad media
Mayor a 0.67	Homogéneo en abundancia	Diversidad alta

D. Índice de dominancia de Berger - Parker (d)

Permite conocer la dominancia de alguna de las especies, expresa la importancia proporcional de las especies más abundantes. Es un índice que varía entre 0 y 1, cuanto más se acerca a 1 significa que mayor es la dominancia y menor la diversidad (Magurran, 1988).

La expresión matemática para determinar el índice es:

$$d = {}^{N_{max}}/_{N}$$

Donde:

d = *Índice de Berger-Parker*

N_{max} = *Número de individuos de la especie más abundante*

N = *Número total de individuos registrados de todas las especies*

Los valores obtenidos del índice se interpretan de la siguiente manera:

Valor	Significado	Significado

Consulta al Público

De 0 – 0.33	No hay dominancia	Homogéneo en abundancia
De 0.34 – 0.66	Dominancia media	Ligeramente heterogéneo en abundancia
Mayor a 0.67	Dominancia de una especie	Heterogéneo en abundancia

E. Índice de diversidad de Simpson (λ)

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Para determinar este índice primero se calcula la dominancia.

$$\boldsymbol{D = \sum P_i^2}$$

Donde:

D = *Índice de dominancia*

Pi = *Proporción de la especie* ***i*** = *n/N)*

n = *Número de individuos de la especie*

N = *Número total de especies*

El valor de D oscila entre 0 y 1. En ausencia de diversidad, donde hay sólo una especie presente, el valor de D es 1. Cuando la riqueza y la equitatividad de la especie se incrementan, el valor se aproxima a 0 (Smith *et al.*, 2007). Entonces tenemos que:

$$\boldsymbol{Índice\ de\ Simpson = \lambda = 1 - D}$$

El valor de este índice también oscila entre 0 y 1, pero ahora el valor se incrementa con la diversidad. En ese caso, el índice representa la posibilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a diferentes especies (Smith *et al.*, 2007). Interpretándose de la siguiente manera:

Valor	**Significado**
De 0 – 0.33	Diversidad baja
De 0.34 – 0.66	Diversidad media
Mayor a 0.67	Diversidad alta

Consulta al Público

F. Índice de Jaccard (J)

Con la finalidad de conocer la similitud de especies entre la RE y el AP, se estimó el índice de Jaccard, el cual mide el grado de similitud entre dos conjuntos. El rango de este índice es de cero a uno, el valor se aproxima a cero cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios y se aproxima a uno cuando los sitios comparten la misma composición de especies (Moreno, 2001). Calculándose con la siguiente ecuación:

$$J = \frac{c}{a + b - c} * 100$$

Donde:

J = *Índice de Jaccard*

a = *Número de especies presentes en el sitio A*

b = *Número de especies presentes en el sitio B*

c = *Número de especies presentes en ambos sitios A y B*

Los valores obtenidos se interpretan de la siguiente manera (Aguirre, 2013):

Valor	Significado	Significado
De 0 – 0.33	No parecidos	La estructura de las comunidades es diferente
De 0.34 – 0.66	Medianamente parecidos	La estructura de las comunidades es medianamente diferente
Mayor a 0.67	Muy parecidos	La estructura de las comunidades es similar

III.4.3.3. Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies, también llamadas curvas de colecta, son una herramienta útil para estimar la riqueza de especies en función del esfuerzo de muestreo. El esfuerzo puede ser de diferentes tipos, como el número de individuos colectados, el número acumulativo de muestras o el tiempo de muestreo (Magurran, 2004).

Para evaluar la efectividad del muestreo en la captura de la diversidad de la fauna tanto en el AP como en la RE, se emplearon modelos no paramétricos para generar las curvas de acumulación de especies. El objetivo de este análisis es identificar una curva asintótica, donde se observa cómo el número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies, esto sugiere que,

Consulta al Público

aunque se realicen más muestreos, no se observará un aumento significativo en el número de especies registradas (Álvarez *et al.,* 2004).

Para la elaboración de estas curvas se utilizaron los estimadores no paramétricos de Chao 1 y ACE, que utilizan datos de incidencia; y Bootstrap que utiliza proporción de muestras que contienen a cada especie. El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando el programa EstimateS 9.1.0. Mientras que las gráficas fueron creadas con el programa Excel.

III.4.3.4. Estado de conservación de las especies de fauna registradas

Una vez identificadas y validadas las especies faunísticas presentes en la RE y en el AP, se realizó la búsqueda de estas en listados de estatus de conservación nacionales o internacionales, tales como: NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo normativo III (SEMARNAT, 2019), Lista Roja de la International Union for the Conservation of Nature (IUCN, 2026) y Apéndices de la Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES, 2026).

Aunque la identificación taxonómica se lleva a cabo a nivel de especie, en lo que respecta a la NOM-059-SEMARNAT-2010 también se revisa sí las especies registradas durante el estudio presentan subespecies dentro de las categorías de protección, para posteriormente, en los casos que así suceda, analizar su distribución potencial y determinar sí la especie identificada podría corresponder o no a la subespecie protegida.

III.4.4. Especies identificadas en campo

III.4.4.1. Mamíferos

En el grupo de mamíferos se identificaron un total de 10 especies, pertenecientes a ocho familias y cinco órdenes, las cuales se detallan en la **Tabla III-28**. En el AP fueron registradas ocho de las especies, mientras que en la RE se identificaron las 10 especies registradas durante todo el monitoreo. Las familias más representativas fueron Canidae y Felidae, con dos especies cada una. El resto de las familias registradas estuvieron representadas por una sola especie.

Tabla III-28 Listado de especies de mamíferos registradas en la RE y el AP, con su categoría de riesgo y distribución

Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	Categoría de riesgo			Número de individuos	Presencia	
				NOM-059[1]	IUCN[2]	CITES[3]		AP	RE
Canis latrans	Coyote	Nativa	-	SC	LC	-	13	X	X
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	Nativa	-	SC	LC	-	16	X	X
Herpailurus yagouaroundi	Jaguarundi	Nativa	-	A	LC	I	3	X	X

Consulta al Público

Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	Categoría de riesgo			Número de individuos	Presencia	
				NOM-059[1]	IUCN[2]	CITES[3]		AP	RE
Leopardus pardalis	Ocelote	Nativa	-	P	LC	I	3	-	X
Mephitis macroura	Zorrillo manchado sureño	Nativa	-	SC	LC	-	8	X	X
Procyon lotor	Mapache	Nativa	-	SC	LC	-	1	X	X
Dasypus mexicanus	Armadillo nueve bandas	Nativa	-	SC	LC	-	4	X	X
Didelphis marsupialis	Tlacuache sureño	Nativa	-	SC	LC	-	8	X	X
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	Nativa	-	SC	LC	-	18	X	X
Sigmodon toltecus	Rata algodonera	Nativa	-	SC	LC	-	2	-	X

[1](SC) Sin categoría, (A) Amenazada, (P) En peligro de extinción. [2](LC) Preocupación Menor. [3](I) Apéndice I.

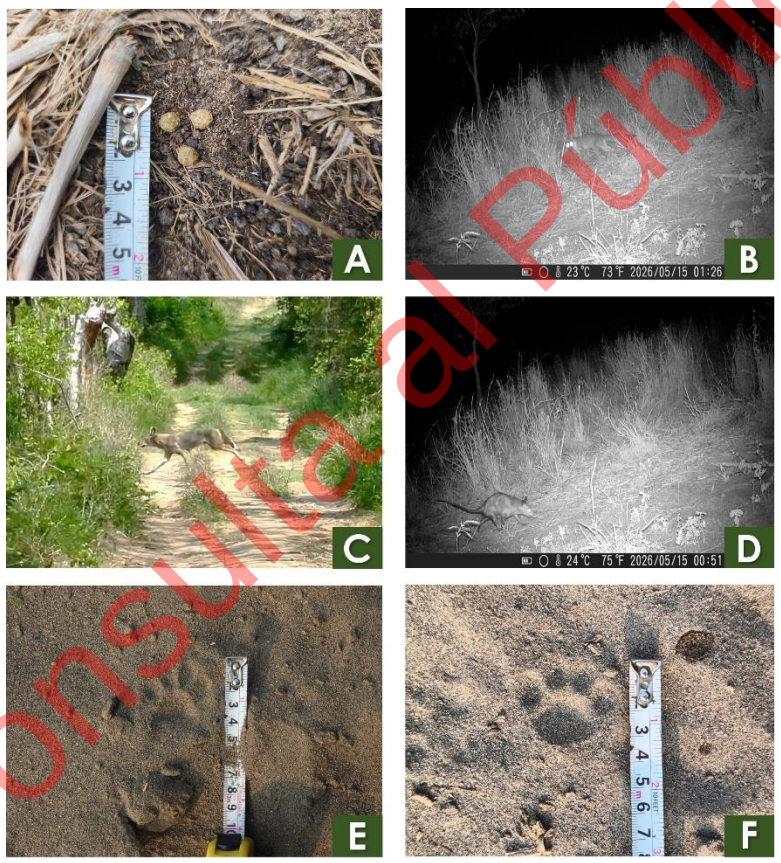


Figura III-51 Especies de mamíferos representativas de la RE y del AP: A) *Sylvilagus floridanus* (Conejo serrano), B) *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris), C) *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris), D) *Canis latrans* (Coyote), E) *Herpailurus yagouaroundi* (Jaguarundi), y F) *Leopardus pardalis* (Ocelote)

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: A) 784236, 2134511; B) 783245, 2132529; C) 782688, 2132251; D) 783245, 2132529; E) 783182, 2135438; F) 783139, 2135411

Las especies con mayor abundancia relativa (AR) registradas tanto en la RE como en el AP fueron: *Sylvilagus floridanus* (Conejo serrano), *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris) y *Canis latrans*

Consulta al Público

(Coyote). Los datos detallados de abundancia y diversidad faunística se presentan en el apartado **Abundancia**.

Todas las especies registradas son nativas de la República Mexicana y ninguna presenta endemismo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el SNIB MX. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Herpailurus yagouaroundi* (Jaguarundi) se encuentra bajo la categoría Amenazada (A) y *Leopardus pardalis* (Ocelote) en la categoría En peligro de extinción (P). En cuanto a la Lista Roja de la IUCN, todas se clasifican en la categoría de Preocupación Menor (LC). Conforme a la CITES, *Herpailurus yagouaroundi* y *Leopardus pardalis* se encuentran en el Apéndice I.

III.4.4.2. Aves

Para el grupo de aves se identificaron un total de 77 especies, pertenecientes a 17 órdenes y 32 familias. En la **Tabla III-29** se enlistan dichas especies, incluyendo su nombre común, distribución, endemismo, identificación de especies migratorias, estatus de riesgo y el área donde fueron registradas (RE y/o AP). Las familias con mayor diversidad fueron Tyrannidae e Icteridae, con 10 especies cada una.

Tabla III-29 Listado de especies de aves registrados en la RE y AP, categoría de riesgo y distribución

Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	Categoría de riesgo			Número de individuos	Presencia		Residente Migratoria[4]
				NOM-059[1]	IUCN[2]	CITES[3]		AP	RE	
Rostrhamus sociabilis	Gavilán Caracolero	Nativa	-	Pr	LC	II	1	-	X	R
Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera	Nativa	-	SC	LC	II	6	X	X	R
Dendrocygna autumnalis	Pijije Alas Blancas	Nativa	-	SC	LC	-	2	X	-	R
Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo	Nativa	-	SC	LC	II	3	-	X	R
Cynanthus canivetii	Esmeralda Oriental	Nativa	-	SC	LC	II	2	-	X	R
Cathartes aura	Zopilote Aura	Nativa	-	SC	LC	-	74	X	X	R
Cathartes burrovianus	Zopilote Sabanero	Nativa	-	Pr	LC	-	5	X	X	R
Coragyps atratus	Zopilote Común	Nativa	-	SC	LC	-	120	X	X	R
Jacana spinosa	Jacana Norteña	Nativa	-	SC	LC	-	1	X	-	R
Columba livia	Paloma Común	Exótica invasora	-	SC	LC	-	18	X	X	R
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	Nativa	-	SC	LC	-	131	X	X	R
Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	Nativa	-	SC	LC	-	5	X	-	R
Columbina talpacoti	Tortolita Canela	Nativa	-	SC	LC	-	90	X	X	R
Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera	Nativa	-	SC	LC	-	68	X	X	R
Patagioenas flavirostris	Paloma Morada	Nativa	-	SC	LC	-	3	X	X	R
Streptopelia decaocto	Paloma de Collar Turca	Exótica invasora	-	SC	LC	-	12	X	X	R
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	Nativa	-	SC	LC	-	13	X	X	R, MI

Consulta al Público

Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	Categoría de riesgo			Número de individuos	Presencia		Residente Migratoria[4]
				NOM-059[1]	IUCN[2]	CITES[3]		AP	RE	
Momotus lessonii	Momoto Corona Negra	Nativa	-	SC	LC	-	3	X	X	R
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy	Nativa	-	SC	LC	-	123	X	X	R
Piaya cayana	Cuclillo Canelo	Nativa	-	SC	LC	-	14	X	X	R
Falco peregrinus	Halcón Peregrino	Nativa	-	Pr	LC	I	2	X	X	R, MI
Ortalis vetula	Chachalaca Oriental	Nativa	-	SC	LC	-	32	X	X	R
Colinus virginianus	Codorniz Cotuí	Nativa	-	SC	NT	-	9	X	X	R
Cardinalis cardinalis	Cardenal Rojo	Nativa	-	SC	LC	-	21	X	X	R
Passerina caerulea	Picogordo Azul	Nativa	-	SC	LC	-	2	X	-	MI, R, MV
Cyanocorax morio	Chara Pea	Nativa	-	SC	LC	-	9	X	X	R
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	Nativa	-	SC	LC	-	13	X	X	R
Spinus psaltria	Jilguero Dominico	Nativa	-	SC	LC	-	5	-	X	R
Hirundo rustica	Golondrina Tijereta	Nativa	-	SC	LC	-	30	X	X	MV, MI, R,T
Agelaius phoeniceus	Tordo Sargento	Nativa	-	SC	LC	-	5	X	X	R/MI
Amblycercus holosericeus	Cacique Pico Claro	Nativa	-	SC	LC	-	1	-	X	R
Dives dives	Tordo Cantor	Nativa	-	SC	LC	-	61	X	X	R
Icterus bullockii	Calandria Cejas Naranjas	Nativa	-	SC	LC	-	4	X	X	MI, MV
Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	Nativa	-	SC	LC	-	13	X	X	MI, MV, R
Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	Nativa	-	SC	LC	-	61	X	X	R
Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	Nativa	-	SC	LC	-	34	X	X	R, MV
Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Nativa	-	Pr	LC	-	1	-	X	R
Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	Nativa	-	SC	LC	-	43	X	X	R
Sturnella magna	Pradero Tortillaconchile	Nativa	-	SC	NT	-	3	X	X	R
Icteria virens	Chipe Grande	Nativa	-	SC	LC	-	5	X	X	MI, MV
Mimus polyglottos	Centzontle Norteño	Nativa	-	SC	LC	-	13	X	X	R, MI
Geothlypis poliocephala	Mascarita Pico Grueso	Nativa	-	SC	LC	-	25	X	X	R
Setophaga aestiva	Chipe Amarillo	Nativa	-	SC	LC	-	2	X	-	MI, MV, T, R
Setophaga magnolia	Chipe de Magnolias	Exótica invasora	-	SC	LC	-	7	X	X	MI
Setophaga ruticilla	Pavito Migratorio	Nativa	-	SC	LC	-	3	-	X	MI, T
Passer domesticus	Gorrión Doméstico	Exótica invasora	-	SC	LC	-	23	X	X	R
Saltator atriceps	Saltador Cabeza Negra	Nativa	-	SC	LC	-	18	X	X	R
Saltator grandis	Saltador Gris Mesoamericano	Nativa	-	SC	LC	-	52	X	X	R
Sporophila morelleti	Semillero de Collar	Nativa	-	SC	LC	-	49	X	X	R
Thraupis episcopus	Tangara Azulgris	Nativa	-	SC	LC	-	9	X	X	R
Volatinia jacarina	Semillero Brincador	Nativa	-	SC	LC	-	60	X	X	R
Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado	Nativa	-	SC	LC	-	14	X	X	R
Tityra semifasciata	Titira Puerquito	Nativa	-	SC	LC	-	2	-	X	R
Campylorhynchus rufinucha	Matraca Veracruzana	Nativa	EN	A	LC	-	64	X	X	R
Campylorhynchus zonatus	Matraca Tropical	Nativa	-	SC	LC	-	7	X	X	R
Pheugopedius maculipectus	Saltapared Motead	Nativa	-	SC	LC	-	5	-	X	R

Consulta al Público

Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	Categoría de riesgo			Número de individuos	Presencia		Residente Migratoria[4]
				NOM-059[1]	IUCN[2]	CITES[3]		AP	RE	
Turdus grayi	Mirlo Café	Nativa	-	SC	LC	-	27	X	X	R
Contopus virens	Papamoscas del Este	Nativa	-	SC	LC	-	12	X	X	T
Empidonax traillii	Papamoscas Saucero	Nativa	-	SC	LC	-	5	X	-	MI, T
Megarynchus pitangua	Luis Pico Grueso	Nativa	-	SC	LC	-	15	X	X	R
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas Gritón	Nativa	-	SC	LC	-	15	X	X	R, MV
Myiodynastes luteiventris	Papamoscas Rayado Común	Nativa	-	SC	LC	-	2	X	-	MV
Myiozetetes similis	Luisito Común	Nativa	-	SC	LC	-	17	X	X	R
Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	Nativa	-	SC	LC	-	71	X	X	R
Tyrannus couchii	Tirano Cuír	Nativa	-	SC	LC	-	1	X	-	R
Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	Nativa	-	SC	LC	-	6	X	X	R
Tyrannus savana	Tirano Tijereta Gris	Nativa	-	SC	LC	-	2	X	X	R
Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos	Nativa	-	SC	LC	-	2	-	X	MI, R
Ardea alba	Garza Blanca	Nativa	-	SC	LC	-	56	X	X	MI, R
Ardea ibis	Garza Ganadera Occidental	Exótica invasora	-	SC	LC	-	61	X	X	R, MI
Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano	Nativa	-	SC	LC	-	11	X	X	R
Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	Nativa	-	SC	LC	-	36	X	X	R
Tachybaptus dominicus	Zambullidor Menor	Nativa	-	Pr	LC	-	2	X	-	R
Amazona autumnalis	Loro Cachetes Amarillos	Nativa	-	A	LC	II	3	-	X	R
Eupsittula nana	Perico Pecho Sucio	Nativa	-	Pr	LC	II	6	X	X	R
Glaucidium brasilianum	Tecolote Bajeño	Nativa	-	SC	LC	II	6	X	X	R
Trogon melanocephalus	Coa Cabeza Negra	Nativa	-	SC	LC	-	11	X	X	R

[1](Sujeta a protección especial), A (Amenazada)y SC (Sin Categoría). [2]LC (Preocupación Menor) y NT (Casi Amenazada). [3]Apéndice I, Apéndice II. [4](MI) Migratorio en invierno, (MV) Migratorio en verano, (R) Residente, (T) Transitorio o Transeúnte.

Derivado del muestreo, dentro de la RE se registraron 68 especies, agrupadas en 17 órdenes y 32 familias, siendo Tyrannidae e Ictariddae las familias mejor representadas (con 10 especies cada una). En el AP se identificaron 66 especies, distribuidas en 17 órdenes y 32 familias, siendo nuevamente las familias con mayor representación Tyrannidae e Icteridae, cada una con 10 especies. Dentro de la RE la especie con mayor abundancia relativa (AR) fue *Crotophaga sulcirostris,* seguida de *Columbina inca* y *Pitangus sulphuratus*, mientras que en el AP la especie con mayor representación fue *Coragyps atratus*, seguida por *Columbina inca* y *Columbina talpacoti*; en la **Figura III-52** se muestran imágenes representativas de las especies registradas. Los datos detallados de abundancia y diversidad del grupo de aves se muestran en el apartado **Abundancia**.

Consulta al Público



Figura III-52 Especies de aves observadas durante el muestreo en el AP y la RE. A) *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy), B) *Columbina inca* (Tortolita Cola Larga), C) *Campylorhynchus rufinucha* (Matraca Veracruzana), D) *Pitangus sulphuratus* (Luis Bienteveo), E) *Cathartes burrovianus* (Zopilote Sabanero) y F) *Falco peregrinus* (Halcón Peregrino)

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: A) 783208, 2132495; B) 785481, 2131782; C) 783658, 2134036; D) 785399, 2132044; E) 784543, 2131973; F) 783139, 2135411

Consulta al Público

En su mayoría, las especies registradas son nativas de la república mexicana, a excepción de *Ardea ibis*, *Passer domesticus*, *Streptopelia decaocto, Setophaga magnolia* y *Columba livia* las cuales presentan una distribución exótica – invasora. En cuanto a las especies migratorias, 48 especies son totalmente residentes y 29 especies presentan algún tipo de migración en invierno, verano o son

transeúntes por lo que su registro dentro del AP o la RE se encuentra definido por la temporada del año.

Por otra parte, de las 77 especies registradas, solamente nueve se encuentran incluidas en alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siete especies bajo el estatus de Sujeta a protección especial (Pr), *Amazona autumnalis y Campylorhynchus rufinucha* bajo la categoría de Amenazada (A). Respecto a la lista roja de la IUCN, solamente dos especies se encuentran en la categoría Casi Amenazada (NT), las cuales son *Sturnella magna* y *Colinus virginianus*, el resto de las especies registradas se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC). En cuanto a la CITES, *Falco peregrinus* se encuentra en el Apéndice I, siete especies se encuentran en su Apéndice II, entre ellas *Rostrhamus sociabilis* y *Glaucidium brasilianum*.

III.4.4.3. Herpetofauna

Para el grupo conformado por anfibios y reptiles se identificaron nueve especies, una de ellas correspondientes a anfibios, *Incilius valliceps* (Sapo costero) y ocho a reptiles, en la **Tabla III-30** se enlistan todas las especies registradas, organizadas por clase, orden y familia, además de incluir su nombre común, distribución, estatus de riesgo y área donde fue registrada.

Tabla III-30 Listado de especies de herpetofauna registrados en la RE y AP, categoría de riesgo y distribución

Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	Categoría de riesgo			Número de individuos	Presencia	
				NOM-059[1]	IUCN[2]	CITES[3]		AP	RE
Incilius valliceps	Sapo costero	Nativa	-	SC	-	LC	3	-	X
Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	Nativa	-	SC	-	LC	1	-	X
Micrurus diastema	Serpiente coralillo del sureste	Nativa	-	Pr	III	LC	1	-	X
Hemidactylus frenatus	Besucona asiática	Exótica - Invasora	-	SC	-	LC	2	-	X
Ctenosaura acanthura	Iguana de cola espinosa del Golfo	Nativa	-	Pr	II	LC	7	X	X
Sceloporus variabilis	Lagartija espinosa vientre rosado	Nativa	-	SC	-	LC	31	X	X
Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche mexicano	Nativa	EN	SC	-	LC	75	X	X
Holcosus undulatus	Lagartija arcoíris	Nativa	EN	SC	-	LC	14	X	X
Trachemys venusta	Pecho de carey	Nativa	-	SC	-	-	2	-	*

*[1]Pr (Sujeta a protección especial), SC (Sin Categoria). [2]LC (Preocupación Menor). [3]Apéndice II y Apéndice III. *Registro incidental en la RE, fuera de los muestreos establecidos.*

Dentro del grupo de los anfibios, únicamente se registró a *Incilius valliceps*, representando a la familia Bufonidae. En cuanto a los reptiles, la familia más diversa es Teiidae (Huicos y ticuiliches) con dos especies. Del total de especies, ocho se registraron en la RE, siendo la especie con mayor AR

Consulta al Público

Ctenosaura acanthura (Iguana de cola espinosa del Golfo), seguida por *Sceloporus variabilis* (Lagartija espinosa vientre rosado). En el AP se identificaron cinco del total de las especies registradas en el muestreo, siendo *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano) y *Sceloporus variabilis* las especies con mayor AR. En la **Figura III-53** se muestran las especies con mayor representatividad, los datos de abundancia e índices de diversidad del grupo se detallan en el apartado **Abundancia**.

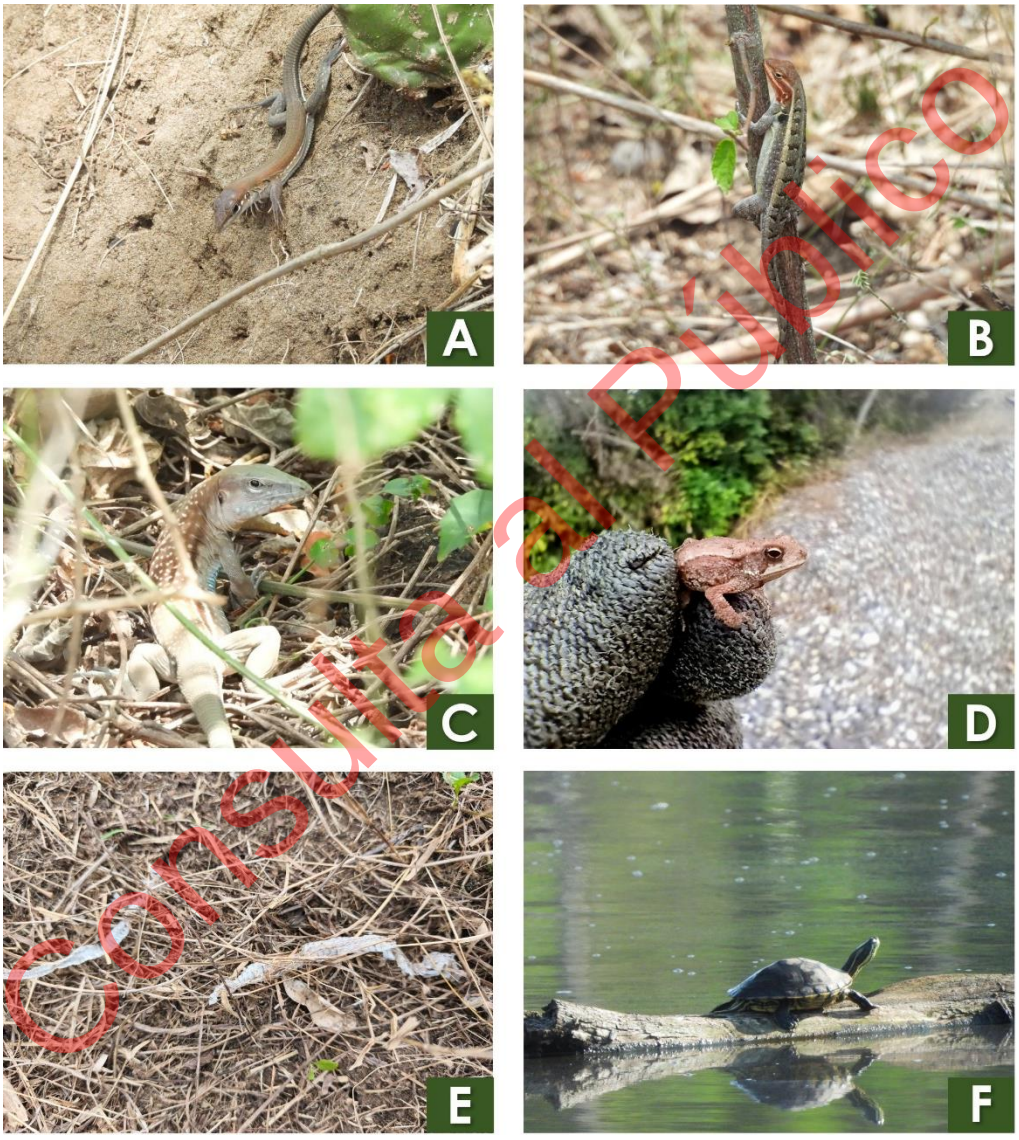


Figura III-53 Especies de herpetofauna identificadas en el AP y la RE. A) *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano), B) *Sceloporus variabilis* (Lagartija espinosa vientre rosado), C) *Holcosus undulatus* (Lagartija arcoiris), D) *Sceloporus variabilis* (Lagartija espinosa vientre rosado), E) *Masticophis mentovarius* (Culebra chirriadora neotropical) y E) *Trachemys venusta* (Pecho de carey)

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84: A) 785441, 2131890; B) 785404, 2131899; C) 785405, 2131962; D) 782487, 2131675; E) 783646, 2131061; F) 783732, 2134040

Consulta al Público

En cuanto a los estatus de riesgo nacional, *Ctenosaura acanthura* y *Micrurus diastema* se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría Sujeta a protección especial (Pr). En cuanto a los estatus de conservación internacionales, en la lista roja de la IUCN, todas las especies se encuentran dentro de la categoría de Preocupación Menor (LC), mientras que en la CITES, *Ctenosaura acanthura* se encuentra en el Apéndice II y *Micrurus diastema* en el Apéndice III.

En cuanto a su distribución, todas las especies registradas son nativas y sólo las especies *Aspidoscelis guttatus* y *Holcosus undulatus* son endémicas de acuerdo con el SNIB MX. Cabe mencionar que ambas especies se registraron tanto en el AP como dentro de la RE.

III.4.5. Especies prioritarias para la conservación

Con fines de conservación, se priorizaron aquellas especies que cumplieron al menos con uno de los siguientes criterios: (1) estar incluidas en estrategias nacionales o internacionales de conservación, como la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja de la IUCN o la CITES; y (2) presentar algún grado de endemismo. Al aplicar estos criterios, se obtuvo un número considerable de especies prioritarias, principalmente debido a la gran cantidad de especies incluidas en la Lista Roja de la IUCN. Sin embargo, dado que una lista tan extensa resulta poco viable en términos prácticos de manejo y conservación, se aplicó un segundo filtro jerárquico para reducirla. El orden de prioridad en esta selección fue el siguiente: a) especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, b) especies endémicas, c) especies categorizadas como Casi Amenazadas (NT) por la IUCN, d) especies que se encuentran listadas en los apéndices de la CITES.

A partir de este proceso se identificaron 21 especies prioritarias para su conservación, distribuidas de la siguiente manera: 15 aves, 2 mamíferos y 4 reptiles, en la **Tabla III-31** se detallan todas ellas.

Tabla III-31 Especies de fauna prioritarias para su conservación

Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	NOM-059[1]	IUCN[2]	CITES[3]	Distribución	
							AP	RE
Reptiles								
Micrurus diastema	Serpiente coralillo del sureste	Nativa	-	Pr	LC	III	-	✓
Ctenosaura acanthura	Iguana de cola espinosa del Golfo	Nativa	-	Pr	LC	II	✓	✓
Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche mexicano	Nativa	Endémica	SC	LC	-	✓	✓
Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	Nativa	Endémica	SC	LC	-	✓	✓
Aves								
Rostrhamus sociabilis	Gavilán Caracolero	Nativa	-	Pr	LC	II	-	✓
Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera	Nativa	-	SC	LC	II	✓	✓
Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo	Nativa	-	SC	LC	II	-	✓

Consulta al Público

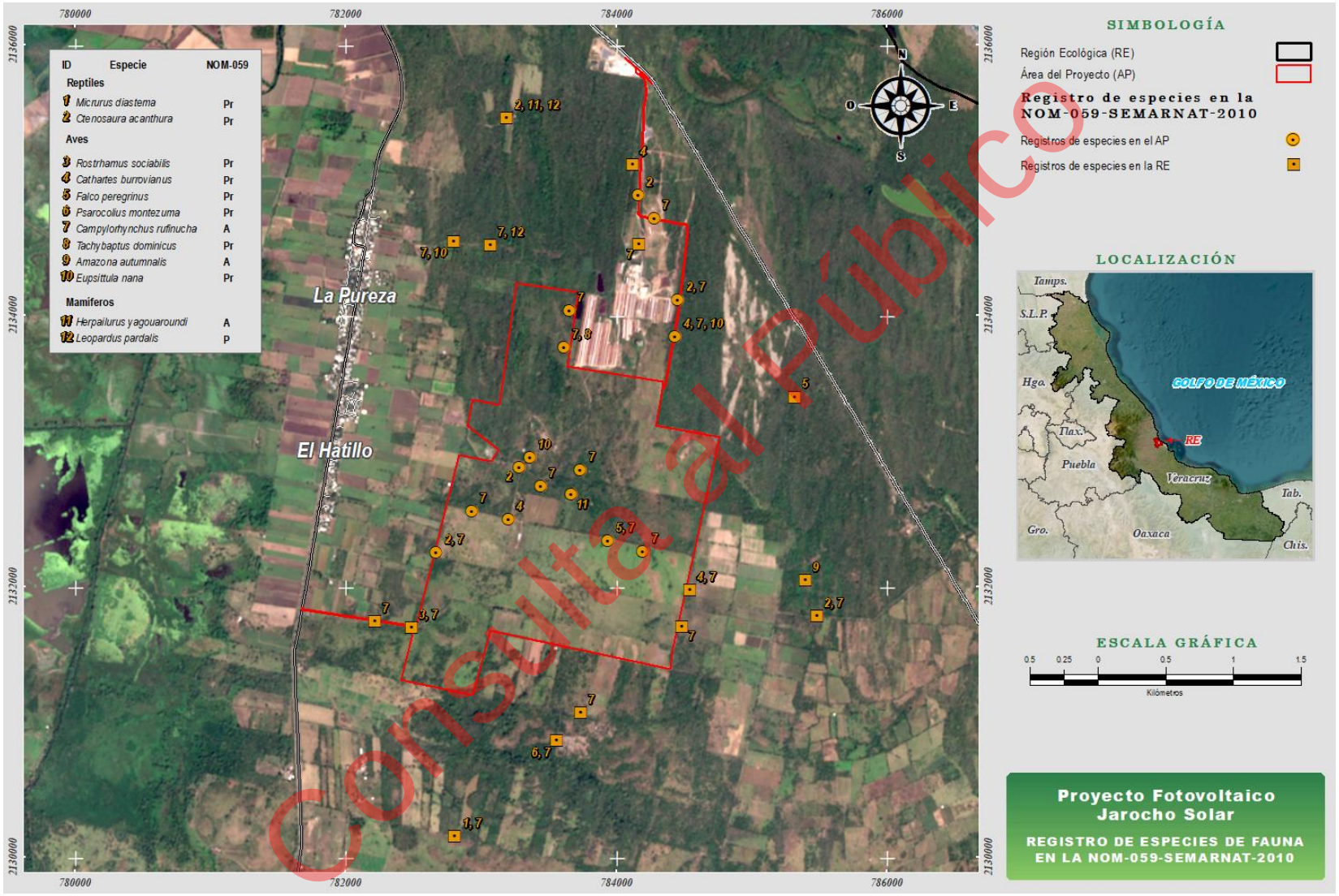
Especie	Nombre común	Distribución	Endemismo	NOM-059[1]	IUCN[2]	CITES[3]	Distribución	
							AP	RE
Cynanthus canivetii	Esmeralda Oriental	Nativa	-	SC	LC	II	-	✓
Cathartes burrovianus	Zopilote Sabanero	Nativa	-	Pr	LC	-	✓	✓
Falco peregrinus	Halcón Peregrino	Nativa	-	Pr	LC	I	✓	✓
Colinus virginianus	Codorniz Cotuí	Nativa	-	SC	NT	-	✓	✓
Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Nativa	-	Pr	LC	-	-	✓
Sturnella magna	Pradero Tortillaconchile	Nativa	-	SC	NT	-	✓	✓
Campylorhynchus rufinucha	Matraca Veracruzana	Nativa	Endémica	A	LC	-	✓	✓
Tachybaptus dominicus	Zambullidor Menor	Nativa	-	Pr	LC	-	✓	-
Amazona autumnalis	Loro Cachetes Amarillos	Nativa	-	A	LC	II	-	✓
Eupsittula nana	Perico Pecho Sucio	Nativa	-	Pr	LC	II	✓	✓
Glaucidium brasilianum	Tecolote Bajeño	Nativa	-	SC	LC	II	✓	✓
Mamíferos								
Herpailurus yagouaroundi	Jaguarundi	Nativa	-	A	LC	I	✓	✓
Leopardus pardalis	Ocelote	Nativa	-	P	LC	I	-	✓

[1](A)Amenazada, (Pr)Sujeta a protección especial y (P) En peligro de extinción. [2](LC)Preocupación Menor y (NT)Casi Amenazada. [3](I) Apéndice I, (II) Apéndice II y (III) Apéndice III.

En cuanto a su distribución, todas las especies son nativas y tres son endémicas de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el SNIB MX. Respecto a estatus de riesgo, 12 especies están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ocho en la categoría de Sujetas a protección especial (Pr) y tres como Amenazadas (A) y solamente *Leopardus pardalis* en la categoría En peligro de extinción (P). Respecto a la Lista Roja de la IUCN, las 20 especies están incluidas en ella; 19 en la categoría de Preocupación Menor (LC) y dos como Casi amenazadas (NT). Asimismo, 12 especies se encuentran los Apéndices de la CITES, tres especies en el Apéndice I, ocho especies en el Apéndice II y solamente la especie *Micrurus diastema* en el Apéndice III. Mientras que, respecto a su ubicación, 20 se registraron en la RE, de las cuales siete fueron exclusivas de esta área, y en el AP, se registraron 14 especies, siendo solamente *Tachybaptus dominicus* la única especie con registro exclusivo en el AP.

Finalmente, se generó un mapa referente a la ubicación de las especies de fauna identificadas en campo que se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo con el listado actualizado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**Figura III-54**). El **Anexo III.7 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010** incluye la ubicación de las especies y mapas de distribución.

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura III-54 Ubicación de las especies de fauna identificadas en campo ubicadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

III.4.5.1. Distribución de las especies en riesgo

Considerando las especies registradas durante los muestreos que se encuentran enlistadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo normativo III, a continuación, se describe la distribución conocida y/o potencial de cada una de ellas con base al Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) [CONABIO, 2026].

III.4.5.1.1. Reptiles

Para el grupo de los reptiles se identificaron dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Micrurus diastema* y *Ctenosaura pectinata*, ambas en la categoría Sujeta a protección especial (Pr). De acuerdo con el SNIB, *Micrurus diastema* se distribuye potencialmente en los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (**Figura III-55**). Dentro de los muestreos únicamente se registró dentro de la RE en la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia (Vsa/SBQ). Por otra parte, *Ctenosaura pectinata* se registró tanto en el AP como en la RE, en coberturas de Vsa/SBQ, pastizal cultivado y pastizal inducido, dicha especie tiene distribución amplia en la República Mexicana, con una distribución potencial principalmente en Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Veracruz y Chiapas (**Figura III-56**).

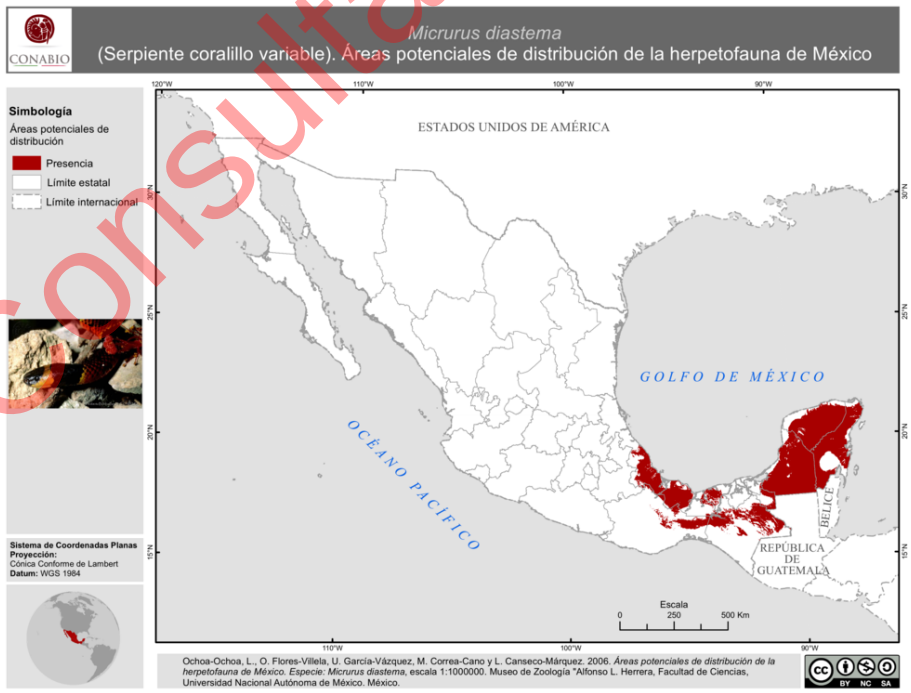


Figura III-55 Distribución potencial de *Micrurus diastema*

Consulta al Público



Figura III-56 Distribución potencial de *Ctenosaura pectinata*

III.4.5.1.2. Aves

Dentro del grupo de las aves se registraron ocho especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Rostrhamus sociabilis, Cathartes burrovianus, Falco peregrinus, Psarocolius montezuma, Tachybaptus dominicus* y *Eupsittula nana* en la categoría Sujeta a protección especial (Pr); en la categoría Amenazada (A) se registró a *Campylorhynchus rufinucha* y a *Amazona autumnalis*. En general, de acuerdo con el SNIB, la mayoría de las especies tienen distribución potencial en al menos cuatro estados de la República Mexicana, considerando el estado de Veracruz, siendo *Campylorhynchus rufinucha* la única especie con distribución restringida principalmente al centro del estado de Veracruz (**Figura III-63**). Durante los muestreos dichas especies fueron registradas en el AP y la RE o en su defecto únicamente en la RE. Solo *Tachybaptus dominicus* se registró dentro del AP sin ser registrada dentro de los muestreos realizados en la RE, sin embargo, esta especie posee una amplia distribución a nivel nacional (**Figura III-61**) por lo que el AP no resulta ser un área exclusiva para su desarrollo.

Consulta al Público

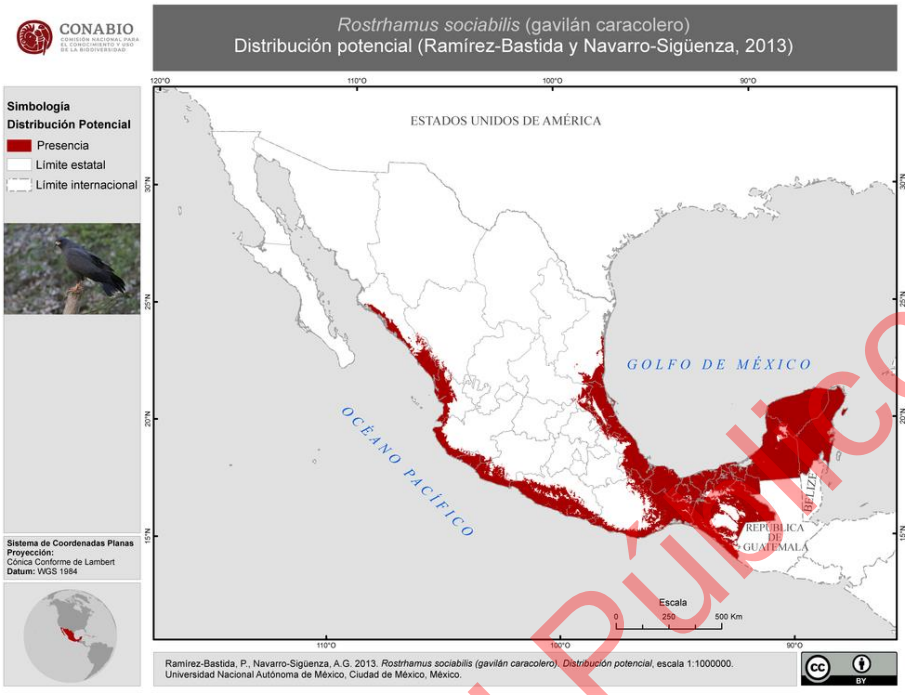


Figura III-57 Distribución potencial de *Rostrhamus sociabilis*



Figura III-58 Distribución potencial de *Cathartes burrovianus*

Consulta al Público

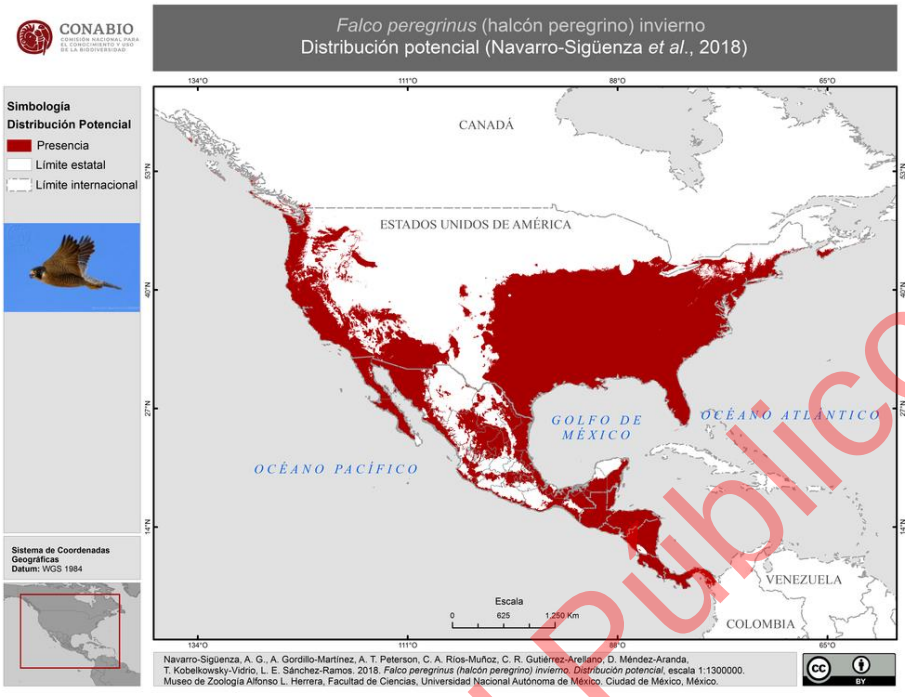


Figura III-59 Distribución potencial de *Falco peregrinus*

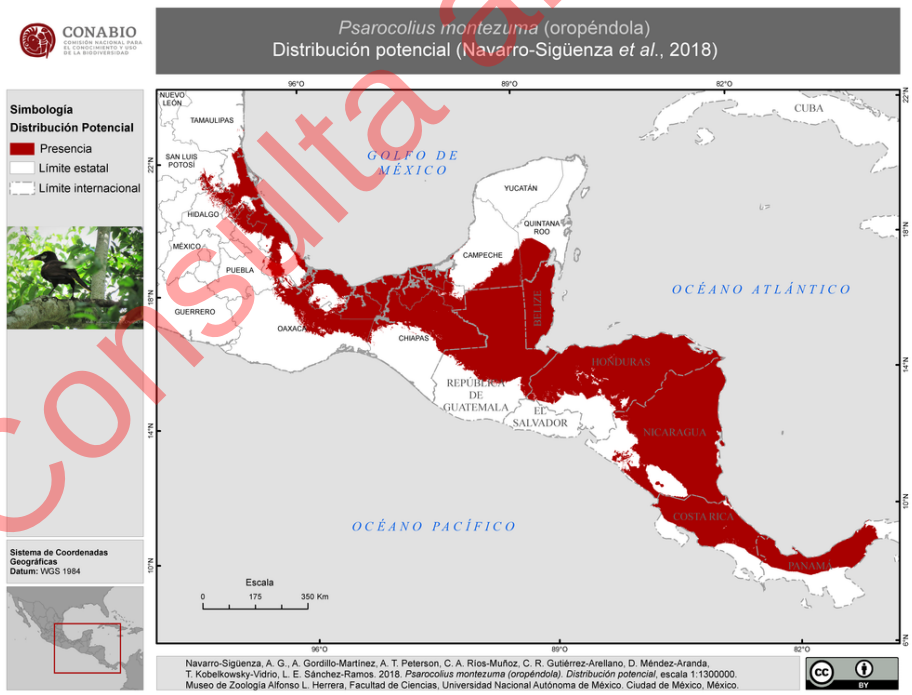


Figura III-60 Distribución potencial de *Psarocolius montezuma*

Consulta al Público

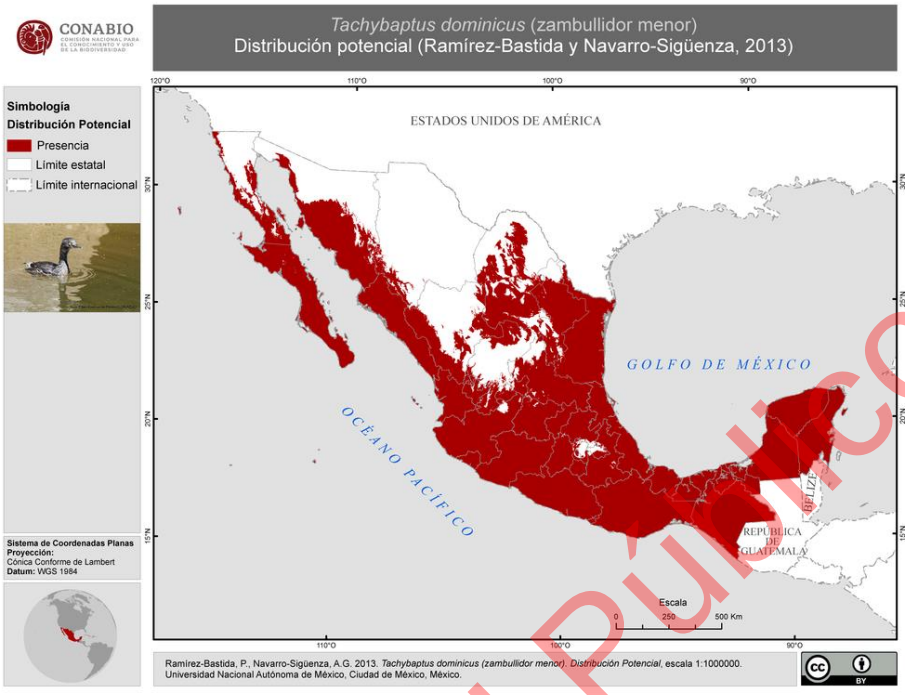


Figura III-61 Distribución potencial de *Tachybaptus dominicus*

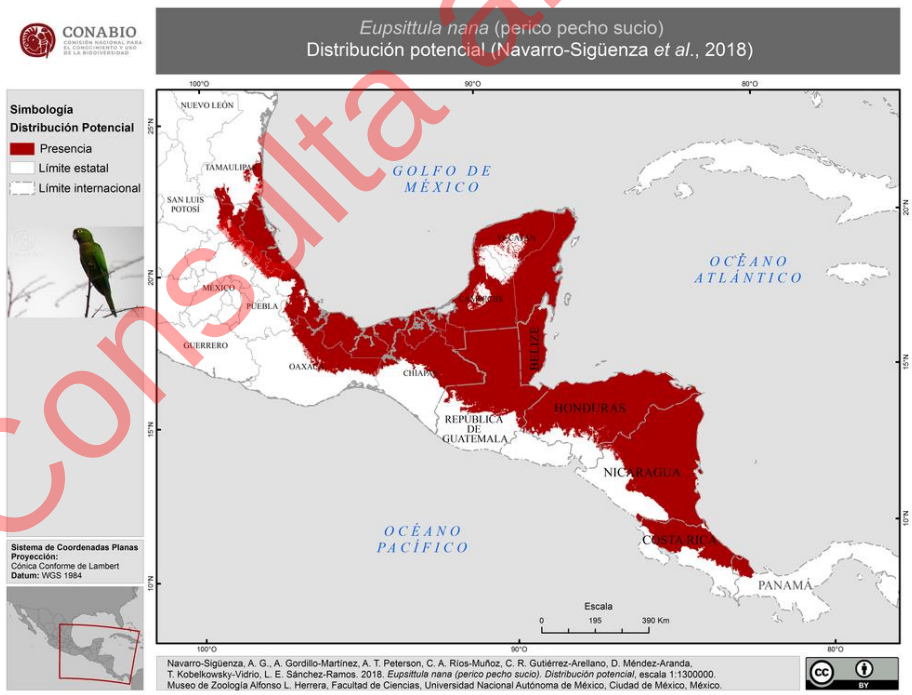


Figura III-62 Distribución potencial de *Eupsittula nana*

Consulta al Público

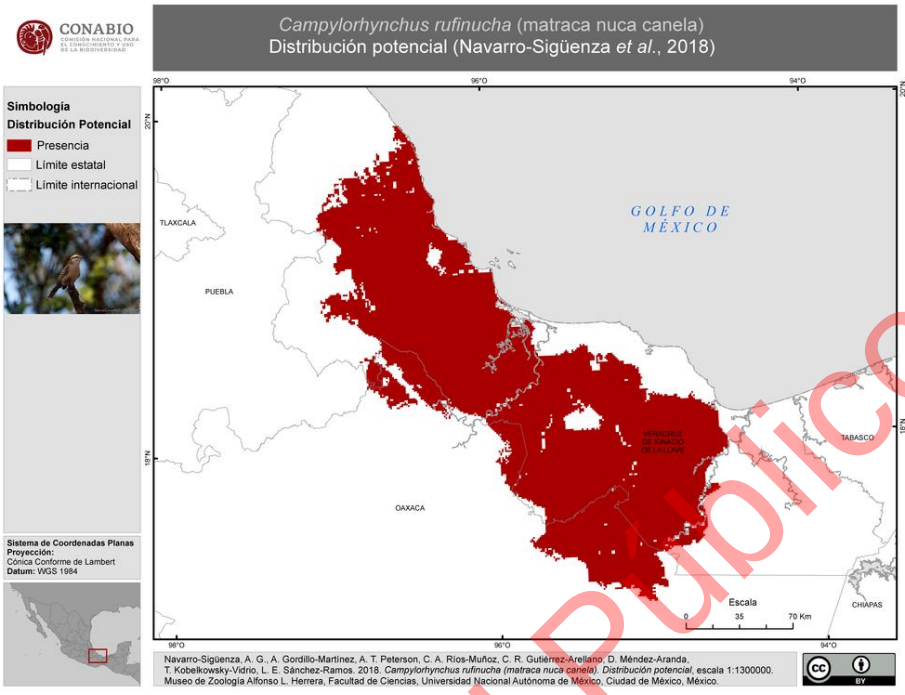


Figura III-63 Distribución potencial de *Campylorhynchus rufinucha*

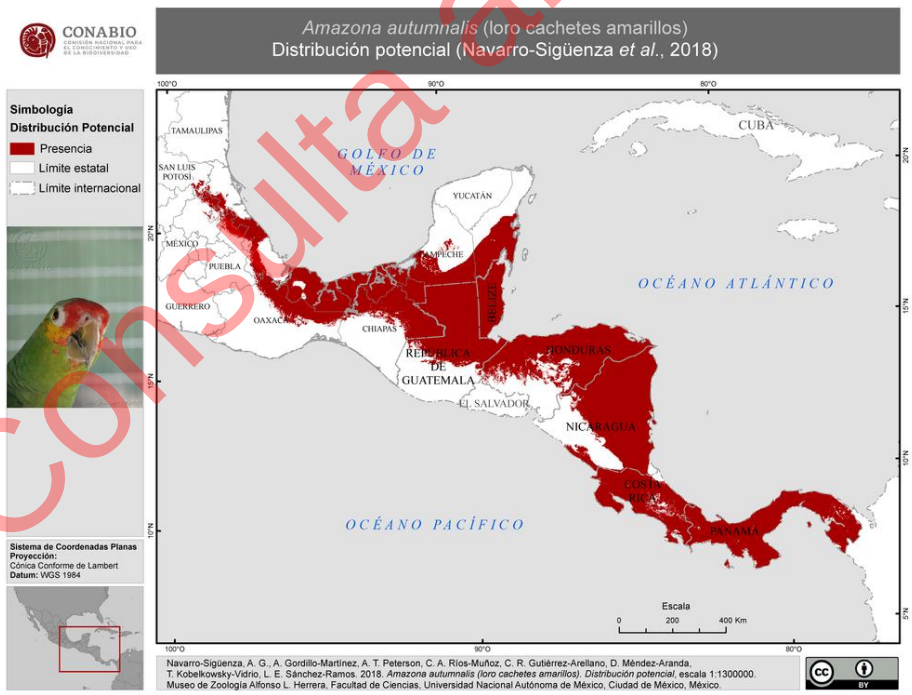


Figura III-64 Distribución potencial de *Amazona autumnalis*

Consulta al Público

III.4.5.1.3. Mamíferos

Dentro del grupo de los mamíferos se registraron únicamente a dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Herpailurus yagouaroundi* dentro de la categoría Sujeta a protección especial (Pr) y *Leopardus pardalis* en la categoría Amenazada (A). Ambas especies se registraron en la cobertura de vegetación secundaría arbórea de selva baja caducifolia (Vsa/SBQ), siendo *Leopardus pardalis* la que se registró únicamente en la RE. De acuerdo con el SNIB, las dos especies poseen una amplia distribución a nivel nacional, extendiendo su distribución hasta Sudamérica.

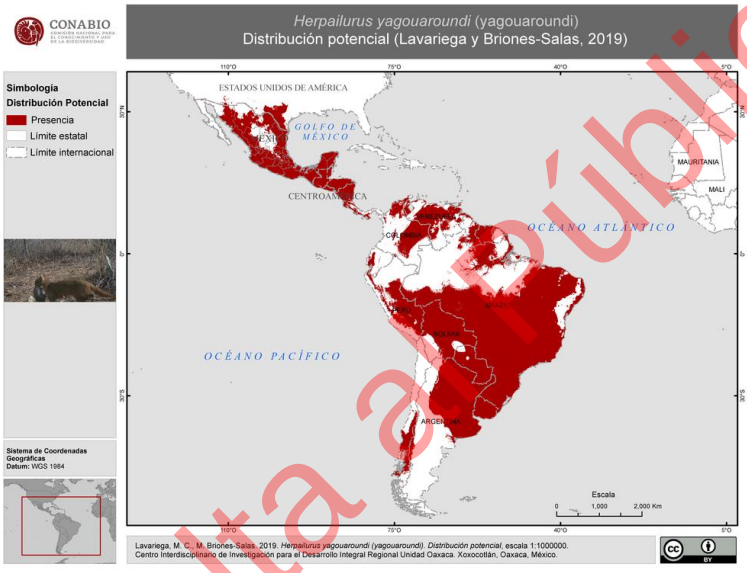


Figura III-65 Distribución potencial de *Herpailurus yagouaroundi*

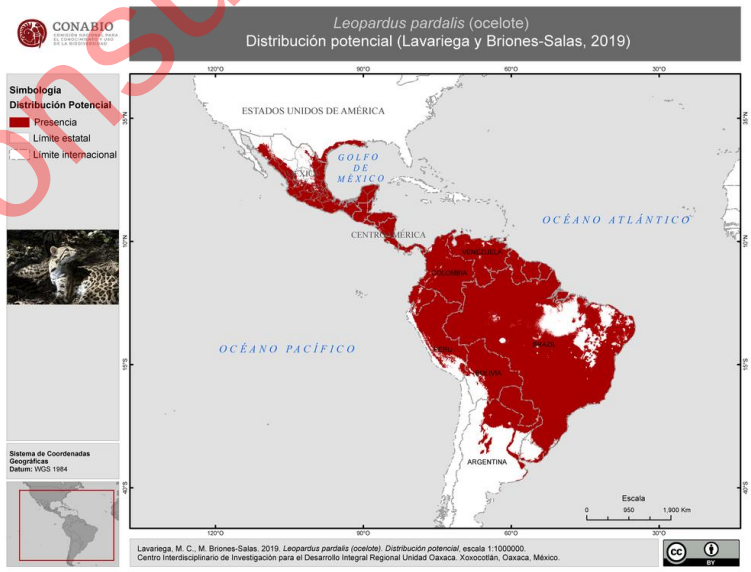


Figura III-66 Distribución potencial de *Leopardus pardalis*

Consulta al público

III.4.6. Índices de diversidad

III.4.6.1. Abundancia

III.4.6.1.1. Mamíferos

En la **Tabla III-32** se presenta el número de registros y la abundancia relativa (AR) de las especies de mamíferos identificadas tanto en la RE como en el AP. Dentro de la RE, la especie con mayor AR fue *Sylvilagus floridanus* con 24.24 %, seguida por *Urocyon cinereoargenteus* con 18.18 % y *Canis latrans* con 15.15 %. En el AP, las especies más representativas fueron *Sylvilagus floridanus* y *Urocyon cinereoargenteus,* ambas con 23.26 %, seguidas por *Canis latrans* con 18.60 %.

Tabla III-32 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de los mamíferos registrados en la RE y en el AP

Orden	Familia	Especie	RE		AP	
			NR[1]	AR[1]	NR[1]	AR[1]
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	5	15.15	8	18.60
		Urocyon cinereoargenteus	6	18.18	10	23.26
	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	3	9.09	0	0.00
		Leopardus pardalis	1	3.03	2	4.65
	Mephitidae	*Mephitis macroura*	2	6.06	6	13.95
	Procyonidae	*Procyon lotor*	1	3.03	0	0.00
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	2	6.06	2	4.65
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	4	12.12	4	9.30
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	8	24.24	10	23.26
Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon toltecus*	1	3.03	1	2.33
Total			***33***	***100***	***43***	***100***

[1]*(NR) Numero de registro por especie y (AR) Abundancia relativa.*

III.4.6.1.2. Aves

En la **Tabla III-33** se presentan los valores de número de registros (NR) y abundancia relativa (AR) para las 88 especies de avifauna registradas tanto dentro de la RE y en el AP. En cuanto a la RE, la especie con mayor AR fue *Crotophaga sulcirostris* con 8.60 %, seguida por *Columbina inca* con 7.01 % y *Pitangus sulphuratus* con 5.56 %. Para el AP, la especie con mayor representación fue *Coragyps atratus* con 9.88 %, seguida por *Columbina inca* con 7.71 % y *Columbina talpacoti* con 6.13 %.

Consulta al Público

Tabla III-33 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de las aves registradas en la RE y el AP

Orden	Familia	Especie	RE		AP	
			NR[1]	AR[1]	NR[1]	AR[1]
Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	1	0.13	0	0.00
		Rupornis magnirostris	3	0.40	3	0.30
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	0	0.00	2	0.20
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	3	0.40	0	0.00
		Cynanthus canivetii	2	0.26	0	0.00
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	23	3.04	51	5.04
		Cathartes burrovianus	2	0.26	3	0.30
		Coragyps atratus	20	2.65	100	9.88
Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana spinosa*	0	0.00	1	0.10
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	2	0.26	16	1.58
		Columbina inca	53	7.01	78	7.71
		Columbina passerina	0	0.00	5	0.49
		Columbina talpacoti	28	3.70	62	6.13
		Leptotila verreauxi	37	4.89	31	3.06
		Patagioenas flavirostris	1	0.13	2	0.20
		Streptopelia decaocto	2	0.26	10	0.99
		Zenaida asiatica	4	0.53	9	0.89
Coraciiformes	Momotidae	*Momotus lessonii*	2	0.26	1	0.10
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	65	8.60	58	5.73
		Piaya cayana	9	1.19	5	0.49
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	1	0.13	1	0.10
Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	23	3.04	9	0.89
	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	2	0.26	7	0.69
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	10	1.32	11	1.09
		Passerina caerulea	0	0.00	2	0.20
	Corvidae	*Cyanocorax morio*	4	0.53	5	0.49
	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	5	0.66	8	0.79
		Spinus psaltria	5	0.66	0	0.00
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	10	1.32	20	1.98
	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	3	0.40	2	0.20
		Amblycercus holosericeus	1	0.13	0	0.00
		Dives dives	23	3.04	38	3.75
		Icterus bullockii	2	0.26	2	0.20
		Icterus cucullatus	10	1.32	3	0.30
		Icterus gularis	33	4.37	28	2.77
		Molothrus aeneus	8	1.06	26	2.57
		Psarocolius montezuma	1	0.13	0	0.00
		Quiscalus mexicanus	17	2.25	26	2.57
		Sturnella magna	1	0.13	2	0.20
		Icteria virens	4	0.53	1	0.10
	Mimidae	*Mimus polyglottos*	8	1.06	5	0.49
	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	7	0.93	18	1.78
		Setophaga aestiva	0	0.00	2	0.20

Consulta al Público

Orden	Familia	Especie	RE		AP	
			NR[1]	AR[1]	NR[1]	AR[1]
		Setophaga magnolia	5	0.66	2	0.20
		Setophaga ruticilla	3	0.40	0	0.00
	Passeridae	*Passer domesticus*	6	0.79	17	1.68
	Thraupidae	*Saltator atriceps*	9	1.19	9	0.89
		Saltator grandis	22	2.91	30	2.96
		Sporophila morelleti	7	0.93	42	4.15
		Thraupis episcopus	4	0.53	5	0.49
		Volatinia jacarina	21	2.78	39	3.85
	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	9	1.19	5	0.49
		Tityra semifasciata	2	0.26	0	0.00
	Troglodytidae	*Campylorhynchus rufinucha*	39	5.16	25	2.47
		Campylorhynchus zonatus	6	0.79	1	0.10
		Pheugopedius maculipectus	5	0.66	0	0.00
	Turdidae	*Turdus grayi*	13	1.72	14	1.38
	Tyrannidae	*Contopus virens*	6	0.79	6	0.59
		Empidonax traillii	0	0.00	5	0.49
		Megarynchus pitangua	8	1.06	7	0.69
		Myiarchus tyrannulus	5	0.66	10	0.99
		Myiodynastes luteiventris	0	0.00	2	0.20
		Myiozetetes similis	9	1.19	8	0.79
		Pitangus sulphuratus	42	5.56	29	2.87
		Tyrannus couchii	0	0.00	1	0.10
		Tyrannus melancholicus	5	0.66	1	0.10
		Tyrannus savana	1	0.13	1	0.10
	Vireonidae	*Vireo griseus*	2	0.26	0	0.00
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	24	3.17	32	3.16
		Ardea ibis	24	3.17	37	3.66
Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	8	1.06	3	0.30
		Melanerpes aurifrons	18	2.38	18	1.78
Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	0	0.00	2	0.20
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	3	0.40	0	0.00
		Eupsittula nana	2	0.26	4	0.40
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	5	0.66	1	0.10
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	8	1.06	3	0.30
Total			***756***	***100***	***1012***	***100***

[1](NR) Numero de registro por especie y (AR) Abundancia relativa.

III.4.6.1.3. Herpetofauna

En la **Tabla III-34** se presentan los registros y la abundancia relativa (AR) por especie en cada área de estudio. En el caso de la RE, la especie con mayo AR fue *Ctenosaura acanthura* con 49.30 %, seguida por *Sceloporus variabilis* con 28.17 %. Respecto al AP, la especie con mayor AR nuevamente fue *Aspidoscelis guttatus* con 61.54 %, seguida por *Sceloporus variabilis* con 16.92 %.

Consulta al Público

Estas tres especies se caracterizan por presentar poblaciones con un gran número de individuos de forma natural, siendo especies con una importante participación en las cadenas tróficas al fungir como depredadores de insectos y pequeños vertebrados, en el caso de *Ctenosaura acanthura* y a su vez ser presas para aves, serpientes y mamíferos medianos, por lo tanto, su alta abundancia no es referente de un desequilibrio en la comunidad de herpetofauna. En específico la dieta omnívora de *Ctenosaura acanthura* favorece la dispersión de semillas, ayudando a la progación de especies de flora.

Tabla III-34 Valores del índice de abundancia relativa (AR) de las especies de herpetofauna registradas en la RE y en el AP

Clase	Orden	Familia	Especie	RE		AP	
				NR[1]	AR[1]	NR[1]	AR[1]
Amphibia	Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	3	4.23	0	0.00
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	1	1.41	0	0.00
		Elapidae	*Micrurus diastema*	1	1.41	0	0.00
		Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	2	2.82	0	0.00
		Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	3	4.23	4	6.35
		Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	20	28.17	11	17.46
		Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	35	49.30	40	63.49
			Holcosus undulatus	6	8.45	8	12.70
Total				***71***	***100***	***65***	***71***

[1] *(NR) Numero de registro por especie y (AR) Abundancia relativa.*

III.4.6.2. Comparativa de la composición y diversidad entre el AP y la RE

Los índices de diversidad permitieron realizar un análisis exhaustivo sobre la composición de las comunidades de los distintos grupos faunísticos evaluados en el Área del Proyecto y la Región Ecológica. En la **Tabla III-35** se presentan los valores obtenidos para cada índice de diversidad por grupo y las memorias de cálculo correspondientes se presentan en el **Anexo III.8.**

Tabla III-35 Índices de diversidad para los distintos grupos faunísticos registrados en el AP y la RE

Nombre de Índice	Parámetro	Grupo faunístico	Valor del Índice		Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
			AP	RE	
Shannon-Wiener (H')	*S* = Número de especies presentes *N* = Número total de individuos *ni* = Número de individuos de la especie i *ln* = Logaritmo natural (base e) *Pi* = Abundancia proporcional de las especies i	Aves	3.55	3.69	Diversidad alta en AP y RE (H' > 3.5)
		Mamíferos	1.68	2.07	Diversidad baja en AP (H' < 2) y diversidad media en RE (H' de 2.1 a 3.4)
		Herpetofauna	1.03	1.4	Diversidad baja en AP y RE (H' < 2)
Pielou (J')		Aves	0.85	0.88	Homogéneo en abundancia en AP y RE (J' ≥ 0.67)

Consulta al Público

Nombre de Índice	Parámetro	Grupo faunístico	Valor del Índice		Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
			AP	RE	
	H' = Índice de Shannon-Wiener *S* = Riqueza especifica (Número total de especies presentes)	Mamíferos	0.89	0.9	Homogéneo en abundancia en AP y RE (J' ≥ 0.67)
		Herpetofauna	0.74	0.67	Homogéneo en abundancia en AP y RE (J' ≥ 0.67)
Margalef (DMg)	*S* = Número total de especies presentes *N* = Número total de individuos *ln* = Logaritmo natural (base e)	Aves	9.39	10.11	Zona de diversidad alta en AP y RE (DMg > 4.9)
		Mamíferos	1.86	2.57	Zona de diversidad moderada en AP y RE (DMg de 2.1 a 4.9)
		Herpetofauna	0.72	1.64	Zona de diversidad baja en AP y RE (DMg < 2)
Simpson (λ)	*D* = Índice de dominancia *Pi* = Proporción de la especie i= n/N) *n* = Número de individuos de la especie *N* = Número total de especies	Aves	0.96	0.97	Diversidad alta en AP y RE (λ > 0.67)
		Mamíferos	0.82	0.85	Diversidad alta en AP y RE (λ > 0.67)
		Herpetofauna	0.55	0.67	Diversidad media en AP (λ de 0.34 a 0.66) y diversidad alta en RE (λ > 0.67)
Berger-Parker (d)	*d* = Índice de Berger-Parker *Nmax* = Número de individuos de la especie más abundante *N* = Número total de individuos registrados de todas las especies	Aves	0.1	0.09	AP y RE homogéneos en abundancia (d < 0.33)
		Mamíferos	0.23	0.24	AP y RE homogéneos en abundancia (d < 0.33)
		Herpetofauna	0.63	0.49	AP y RE ligeramente heterogéneos en abundancia (d de 0.34 - 0.66)

III.4.6.2.1. Mamíferos

Para el grupo de los mamíferos el valor de Shannon–Wiener (H') en la RE fue de 2.07, reflejando una diversidad media. En contraste, en el AP se registró un valor de 1.86, correspondiente a una diversidad baja. Por otro lado, el índice de Margalef (Mg), mostró un valor de 2.57 para la RE, indicando una diversidad media; en cuanto al AP, el índice dio un valor de 1.86 correspondiente una diversidad baja por dicho índice.

En contraste, el índice de equidad de Pielou (J') mostró que ambas áreas presentan una distribución relativamente equilibrada entre el número de especies y su abundancia, obteniendo valores de 0.90 para la RE y 0.89 para el AP. A pesar de que las especies *Sylvilagus floridanus* y *Urocyon cinereoargenteus* presentaron una mayor abundancia relativa en ambas áreas de estudio, no existe una marcada dominancia por dichas especies dentro de las comunidades estudiadas.

Respecto a la dominancia, el índice de Berger-Parker mostro valores inferiores a 0.33 tanto en la RE como en el AP, lo que evidencia que no existe una especie dominante y que por lo tanto la comunidad mantiene un equilibrio en cuanto a la representación de especies. Lo anterior es acorde con los valores del índice de dominancia de Simpson, los cuales resultaron bajos en ambas áreas (0.15 en la RE y 0.18 en el AP), indicando ausencia de dominancia de alguna especie en particular. Finalmente, los valores del índice de diversidad de Simpson (λ) fueron altos (0.85 en la RE

Consulta al Público

y 0.82 en el AP), reflejando que las comunidades de mamíferos de ambas áreas de estudio presentan una diversidad alta.

En general, conforme a los resultados obtenidos por los índices, se puede observar que las poblaciones de mamíferos se encuentran bien representadas dentro de las comunidades presentes en la RE y en el AP. Además, se observa que estas se encuentran relativamente equilibradas y no se observa una marcada dominancia por alguna de las especies. Ambas áreas de estudio son muy similares en cuanto a los valores obtenidos por los índices, sin embargo, la RE presenta valores de diversidad ligeramente mayores que el AP, así como valores de dominancia menores, sugiriendo que en la RE las condiciones ecológicas son mejores en comparación a las del AP.

III.4.6.2.2. Aves

En cuanto al grupo de las aves, el índice de Shannon-Wiener (H') mostró que tanto en la RE (H' = 3.69) como el AP (H' = 3.55) la diversidad de aves presente es alta al superar valores mayores a 3.5. Por su parte, el índice de Margalef (Mg) indicó que ambas áreas de estudio presentan una alta riqueza específica, con valores superiores a 5 (RE = 10.11 y AP = 9.39).

En cuanto al índice de equidad de Pielou (J'), ambas áreas reflejan abundancia homogénea, con valores superiores a 0.67 (RE = 0.88; AP = 0.85), respaldando los valores obtenidos por Shannon y demostrando que ambas áreas de estudio presentan valores altos de diversidad. Respecto a la dominancia, tanto el índice de Berger-Parker como el de Simpson arrojaron valores por debajo de 0.33 tanto en la RE como en el AP, demostrando que no existe una especie dominante y que por lo tanto la comunidad mantiene un equilibrio en cuanto a la representación de especies. Finalmente, el índice de diversidad de Simpson (λ) indicó que ambas áreas de estudio presentan una alta diversidad, con valores de 0.97 para la RE y 0.96 para el AP.

Con base en los índices descritos, se observa que las comunidades de avifauna registradas en la RE y el AP presentan un buen equilibrio estructural, observando que no existen especies dominantes y que la distribución de las abundancias es homogénea. Lo anterior sugiere que los hábitats presentes en ambas áreas de estudio poseen características muy similares las cuales han permitido mantener comunidades con una adecuada estabilidad y que pueden ser útiles como referencia de la diversidad existe en la región.

Consulta al Público

III.4.6.2.3. Herpetofauna

Para el grupo de Herpetofauna, tanto la RE como el AP presentaron valores bajos para el índice de Shannon-Wiener (H' < 2), siendo menor el valor obtenido para la RE (H' = 1.4). Por otra parte, el índice de Margalef mostró que las comunidades de herpetofauna de ambas áreas de estudio presentan una baja diversidad, al obtener valores de Mg < 2.

En contraste, el índice de Pielou (J') tanto en la RE como en el AP mostró valores mayores a 0.66, indicando una abundancia heterogénea entre las especies registradas. En cuanto al índice de dominancia de Berger – Parker, ambas áreas presentaron valores medios de dominancia (RE = 0.49 y AP = 0.63), acorde a los valores de abundancia de las especies *Sceloporus variabilis* y *Aspidoscelis guttatus* dentro de las comunidades. Por otra parte, el índice de dominancia de Simpson, respalda que efectivamente existe una dominancia en las comunidades, pero que esta resulta ser mediana en ambas áreas de estudio, siendo el AP el área con mayor valor obtenido. Lo anterior encuentra relación con el índice de diversidad de Simpson (λ), el cual muestra para la RE una diversidad alta y para el AP una diversidad media.

En general, los resultados obtenidos por los índices, indican que tanto la RE como el AP presentan características muy similares, caracterizadas por valores medios de diversidad, con una representación medianamente heterogénea de las abundancias dentro de las comunidades de herpetofauna, destacando como las especies más abundantes *Sceloporus variabilis* y *Aspidoscelis guttatus*, acordes a sus características poblacionales e importancia en las cadenas tróficas.

III.4.6.3. Índice de Jaccard

Con el objetivo de comparar la diversidad de las comunidades presentes en la RE y el AP, se empleó el índice de similitud de Jaccard, en la **Tabla III-36** se muestran los valores obtenidos para cada grupo faunístico.

Tabla III-36 Comparativa de las comunidades faunísticas entre la RE y el AP a través del índice de similitud de Jaccard para cada grupo faunístico

Grupo faunístico	Especies totales	Total de especies RE	Total de especies AP	Especies en común	Índice de Jaccard	% de similitud entre RE y AP
Avifauna	77	68	66	57	0.74	74.03
Mastofauna	10	10	8	8	0.80	80.00
Herpetofauna	9	9	4	4	0.44	44.44
Total	***96***	***87***	***78***	***69***	***0.72***	***71.88***

Consulta al Público

De manera general, se identificaron un total de 96 especies, 86 en la RE y 79 en el AP, con 69 especies compartidas y un valor de similitud de 71.88 %, indicando que las comunidades presentes en ambas áreas de estudio son similares, siendo los grupos de mastofauna y avifauna aquellos con mayor similitud entre ambas áreas con un porcentaje de 80 % y 74.03 %, respectivamente.

Para el grupo de mamíferos se identificaron 10 especies, mismas que fueron registradas en su totalidad dentro de la RE. Dentro del AP se registraron ocho de las 10 especies totales, denotando una menor riqueza en comparación a la RE.

En cuanto al grupo de herpetofauna, se identificó un total de nueve especies, las nueve especies se registraron en la RE y cuatro de ellas en el AP, siendo *Trachemys venusta* la única especie que registrada de forma incidental en la RE fuera de los muestreos establecidos.

Para el grupo de las aves, se registró un total de 77 especies, 68 en la RE y 66 en el AP, con 57 especies compartidas en ambas áreas. Dentro de las especies con registro únicamente en la RE destaca *Amazilia yucatanensis*, *Spinus psaltria* y *Tityra semifasciata*, así como especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como *Rostrhamus sociabilis* y *Psarocolius montezuma* en la categoría Sujeta a protección especial (Pr), y *Amazona autumnalis* en la categoría Amenazada (A). En cuanto a las especies que únicamente se observaron en el AP, por mencionar algunas, se encuentra *Dendrocygna autumnalis*, *Empidonax traillii*, *Myiodynastes luteiventris* y *Tachybaptus dominicus*. Esta última es la única especie con registro exclusivo en el AP que se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Sujeta a protección especial (Pr). Cabe mencionar que *Tachybaptus dominicus* solamente se tuvieron dos registros en el AP, por lo que no se puede considerar que dicha área sea exclusiva para su distribución. Asimismo, durante los muestreos en la RE se observó un mayor número de cuerpos de agua, por lo que se espera que, al ser una especie asociada a dichos cuerpos, dicha especie pueda encontrar una mayor cantidad de hábitats.

En general, se observa que la diferencia entre las dos áreas de estudio se encuentra dada por un mayor número de especies presentes en la RE, lo cual podrían estar relacionado con una mejor heterogeneidad ambiental. Por otra parte, las actividades realizadas dentro del AP, tales como la agricultura y ganadería, podrían estar afectando la distribución local ciertas especies con requerimientos de hábitat específicos, provocando un desplazamiento hacia la RE en busca de dichos hábitats.

Consulta al Público

III.4.7. Justificación de los muestreos de fauna (Representatividad de los muestreos)

Las curvas de acumulación de especies son una herramienta útil para evaluar el esfuerzo de muestreo en estudios de fauna, al permitir estimar si el número de sitios y registros obtenidos es suficiente para representar la riqueza biológica de un área en específico. En este caso, se elaboraron curvas de acumulación por grupo faunístico por medio del programa EstimateS 9.1.0, utilizando los estimadores Chao 1 y ACE (abundancia), así como el estimador Bootstrap (incidencia), que resultaron ser los que mejor se ajustaron a los valores observados (**Anexo III.6**).

III.4.7.1. Curvas de acumulación de especies en el Área del Proyecto (AP)

Con el objetivo de comprobar la representatividad del muestreo en el AP, se generaron curvas de acumulación para cada grupo faunístico. La **Tabla III-37** muestra las especies observadas, las estimadas con cada uno de los tres modelos, así como el porcentaje de completitud.

Tabla III-37 Especies observadas y esperadas por grupo faunístico en el AP

Grupo faunístico	Especies observadas	Especies estimadas			% de completitud		
		ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap
Mamíferos	8	8.48	8	8.6	94.34	100	93.02
Aves	66	71.6	70.05	74.87	92.18	94.22	88.15
Herpetofauna	4	4	4	4.01	100	100	99.75

Para el grupo de los mamíferos, se realizaron 14 sitios de muestreo (10 transectos y dos cámaras trampa. Cabe mencionar que, a pesar de no obtener registros mediante este último método de muestreo, las curvas de acumulación presentadas a continuación indicaron una adecuada representatividad de los muestreos. A través del esfuerzo de muestreo se identificaron ocho especies. Los tres estimadores se ajustaron adecuadamente a los valores reales, siendo Chao 1 aquel con mayor valor de completitud (100 %) sin ninguna especie más por registrar. Los estimadores ACE y Bootstrap obtuvieron valores de 94.34 % y 93.02 %, respectivamente, estimando menos de una especie por registrar. Como se aprecia en la **Figura III-67,** las curvas de acumulación tienden a la asíntota, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue adecuado y no se requiere aumentar los sitios de muestreo.

Consulta al Público

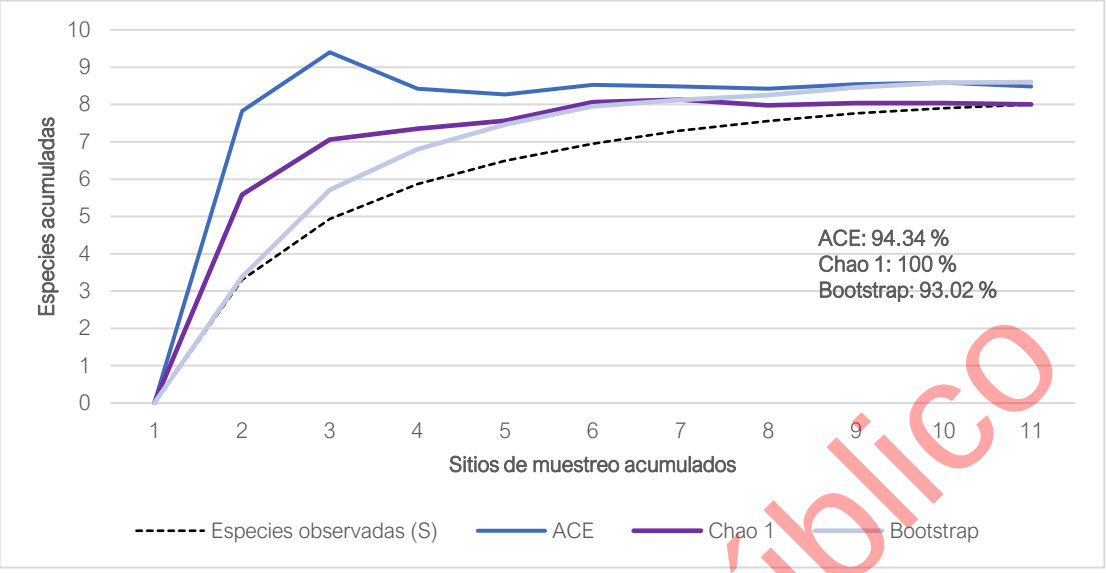


Figura III-67 Curvas de acumulación de especies de mamíferos en el AP

En cuanto al grupo de avifauna, se muestrearon 20 sitios, registrando individuos en todos ellos con un total de 66 especies identificadas. El estimador que mejor se ajustó a los valores reales fue Chao 1 con una completitud de 94.22 %, estimando 4.05 especies por registrar. Los estimadores ACE y Bootstrap obtuvieron valores de 92.18 % y 88.15 %, respectivamente y estimaron 5.6 y 8.87 especies por registrar. En general, las curvas muestran un comportamiento asintótico (**Figura III-68**), confirmando la eficiencia del muestreo y que no se requiere realizar más muestreos para este grupo.

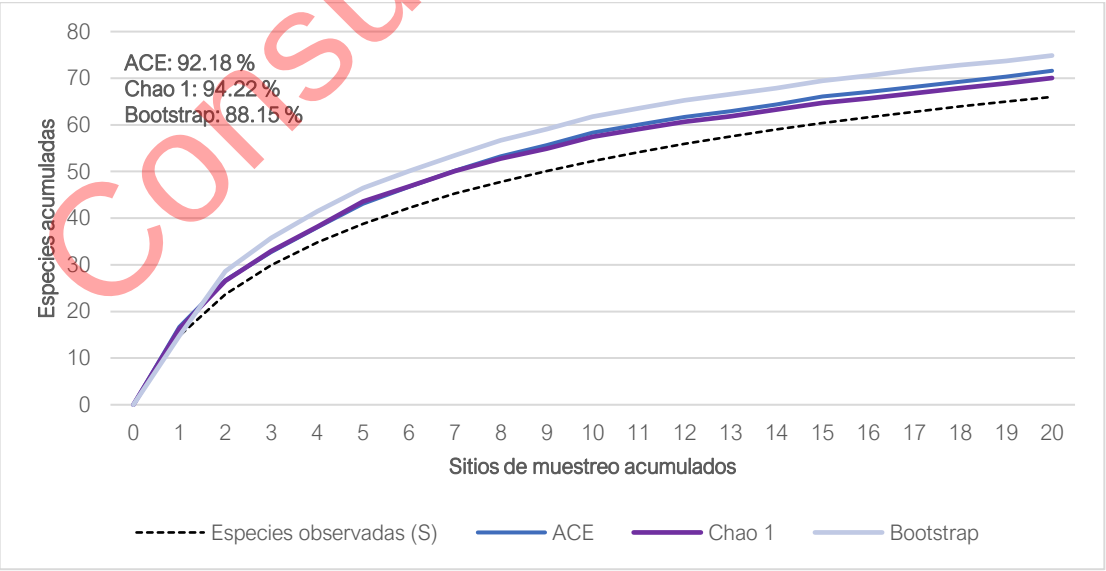


Figura III-68 Curvas de acumulación de especies de avifauna en el AP

Consulta al Público

Finalmente, para el grupo de herpetofauna se muestrearon 10 sitios, obteniendo registros en cada uno de ellos, con un total de cinco especies de reptiles y ninguna especie de anfibio. Los tres estimadores se ajustaron a los valores reales, siendo ACE y Chao 1 aquellos que obtuvieron valores de completitud de 100 %, y sin ninguna especie por registrar. Por otra parte, el estimador Bootstrap mostró un valor de completitud de 99.75 % y 0.25 especies por registrar. De manera general, en la **Figura III-69** se observa que las curvas tienden a la asíntota, demostrando que el esfuerzo de muestreo es adecuado y que agregar sitios de muestreo no aumentaría significativamente la riqueza de especies obtenidas.

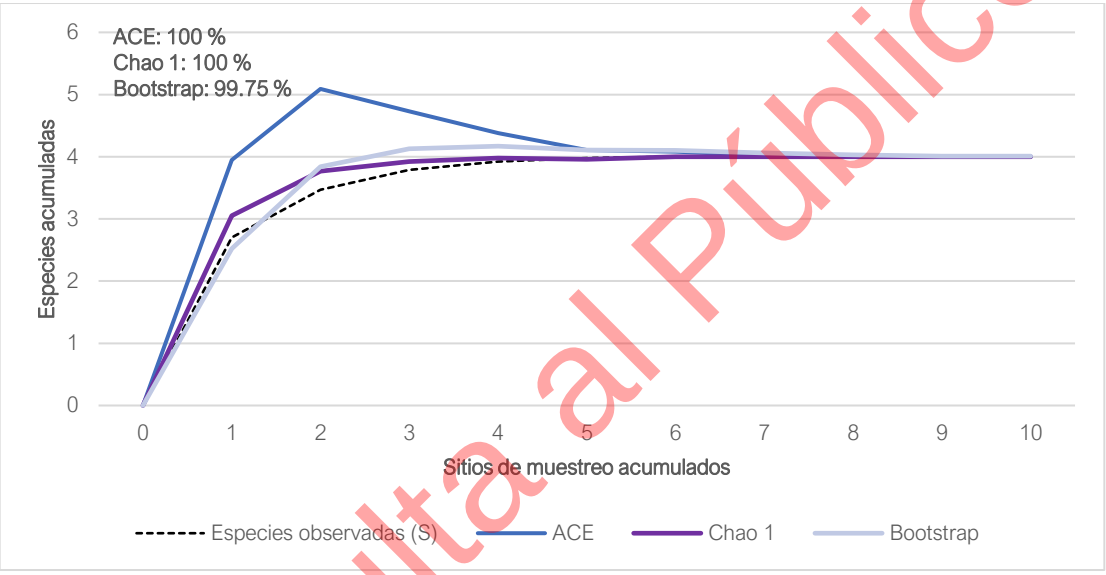


Figura III-69 Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en el AP

III.4.7.2. Curvas de acumulación de especies en la Región Ecológica (RE)

Para la RE se evaluó la representatividad del muestreo a través de curvas de acumulación para cada grupo faunístico. La **Tabla III-38** resume los valores observados y estimados por los tres modelos, así como su completitud.

Tabla III-38 Especies observadas y esperadas por grupo faunístico en la RE

Grupo faunístico	Especies observadas	Especies estimadas			% de completitud		
		ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap
Mamíferos	10	12.26	10.97	11.73	81.57	91.16	85.25
Aves	68	71.1	69.91	77.62	95.64	97.27	87.61
Herpetofauna	8	9.44	9.97	9.53	84.75	80.24	83.95

Consulta al Público

Para el grupo de mamíferos, se realizaron 12 sitios de muestreo: 10 transectos y dos cámaras trampa, sin embargo, sólo se obtuvieron registro en siete de los 10 transectos y no fue posible obtener registros de fauna en las cámaras trampa colocadas. Para este grupo se identificaron 10 especies. El estimador que mejor se ajustó a los valores reales fue Chao 1 con 91.16 % de completitud y 0.97 especies por registrar. Los estimadores que tuvieron menor ajuste fueron ACE y Bootstrap con valores de completitud de 81.57 % y 85.25 %, respectivamente, y estimando con 2.26 y 1.73 especies por registrar. Aquellas especies no registradas dentro de la RE podrían ser raras o especies con características cripticas que dificultan su registro. El comportamiento de las curvas muestra una tendencia a la asíntota (**Figura III-70**), demostrando que el esfuerzo de muestreo es adecuado y que agregar sitios de muestreo no aumentaría significativamente la riqueza de especies obtenidas.

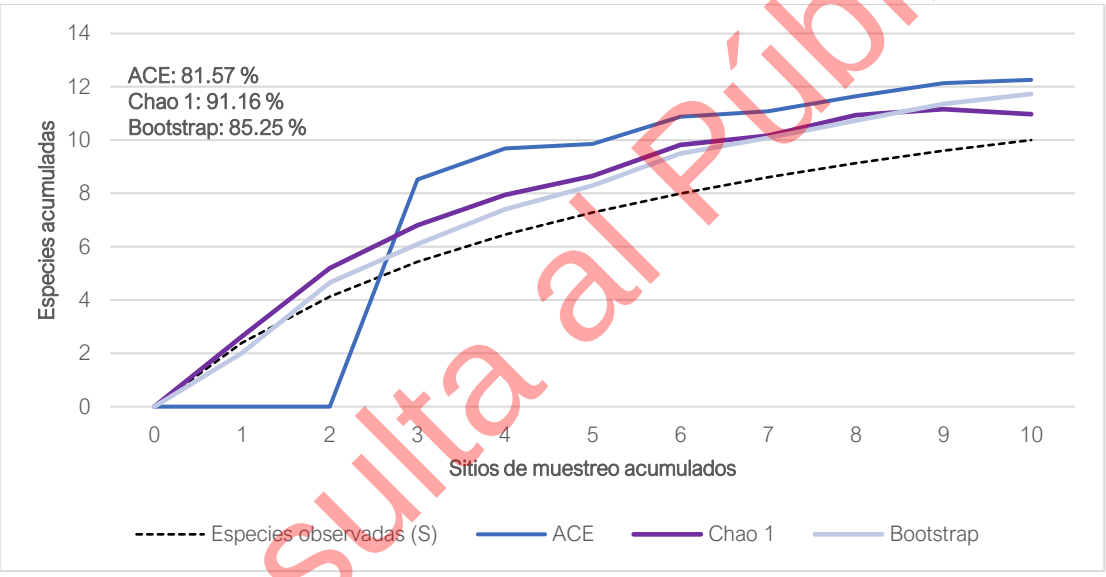


Figura III-70 Curvas de acumulación de especies de mamíferos en la RE

Para el grupo de aves, se realizaron 20 sitios, obteniendo registros en todos ellos e identificando 68 especies, caracterizándose por el grupo con mayor diversidad registrada. El estimador que mejor se ajustó a los valores reales fue Chao 1 con una completitud de 97.27 % y 1.91 especies por registrar. Por otra parte, el estimador ACE obtuvo un valor de completitud de 95.64 % y 3.1 especies por registrar. Finalmente, el estimador con menor completitud fue Bootstrap, con un valor de 87.61 %, estimando 9.62 especies por registrar. Los valores de completitud obtenidos por los tres estimadores muestran que se logró registrar la mayoría de las especies, sugiriendo que el aumento de los sitios de muestreo podría agregar pocas especies a la riqueza de especies registradas en el RE. Las especies faltantes calculadas por los estimadores podrían corresponder a especies difícilmente de registrar debido a su rareza, baja densidad poblacional o por ser especies muy sensibles a la

Consulta al Público

presencia humana. Por lo anterior, como se aprecia en la **Figura III-71**, las curvas tienden a la asíntota, indicando que el esfuerzo de muestreo fue representativo, y aumentar la cantidad de sitios podría no aumentar significativamente la riqueza de especies.

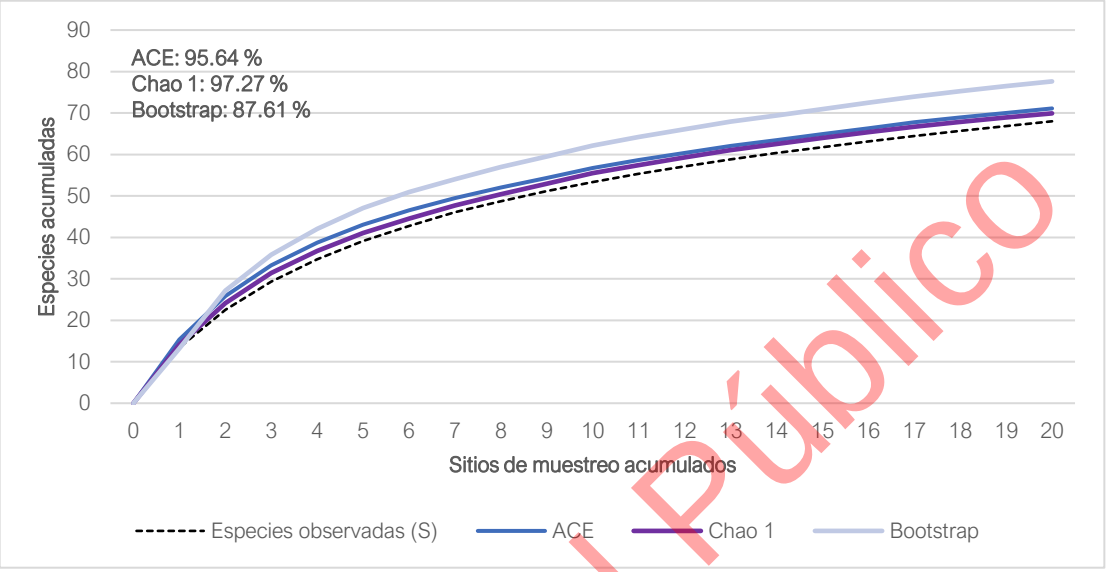


Figura III-71 Curvas de acumulación de especies de avifauna en la RE

Finalmente, para el grupo de herpetofauna, se realizaron 10 transectos, obteniendo registros en nueve de ellos, con un total de ocho especies observadas. El estimador que se ajustó mejor a los valores reales fue ACE, obteniendo un valor de completitud de 84.75 % y solo 1.44 especies por registrar. El estimador Bootstrap fue el segundo con la mejor completitud, mostrando un valor de 83.95 % y 1.53 especies por registrar. Finalmente, Chao 1 fue el estimador que se ajustó menos a los valores reales, obteniendo un valor de 80.24 % y 1.97 especies por registrar. Las especies faltantes por registrar podrían corresponder a especies que difícilmente se pueden observar durante los monitoreos, principalmente por los requerimientos de microhábitats, tales como la presencia de cuerpos de agua, hábitos principalmente fosoriales y rupícolas, los cuales les permite sobrevivir hasta que las características ambientales mejoran por la temporada de lluvia. Aunado a lo anterior, este grupo se caracteriza por presentar una alta cripticidad, lo que dificulta su registro, aun cuando el muestreo se realice adecuadamente y a través de profesionales especializados en el grupo de estudio, obteniendo valores de diversidad menores en comparación a otros grupos que son más fáciles de visualizar como el de las aves. A pesar de lo anterior, las curvas mostradas en la **Figura III-72**, presentan una tendencia asintótica, lo que demuestra un muestreo suficiente y que no se requiere más sitios de muestreo.

Consulta al Público

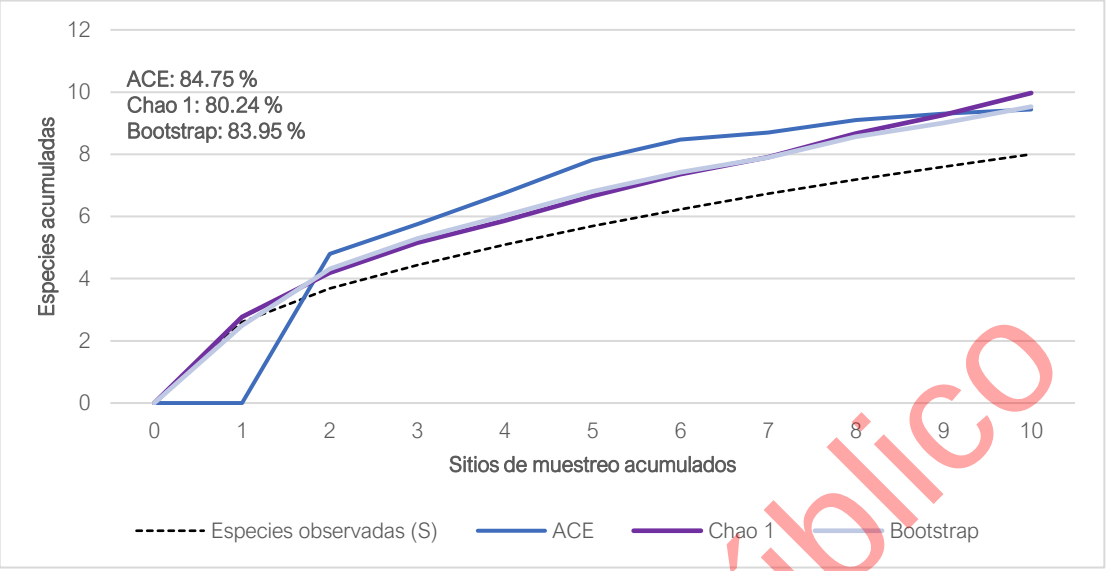


Figura III-72 Curvas de acumulación de especies de herpetofauna en la RE

III.4.8. Conclusiones

El análisis faunístico realizado en el AP y la RE evidenció diferencias moderadas en términos de riqueza, diversidad y composición de especies. Estos resultados sugieren que los procesos de perturbación antrópica y el grado de conservación de los hábitats han influido en la estructura de las comunidades faunísticas, observándose una mayor integridad ecológica en la RE en comparación con el AP.

Para el grupo de los mamíferos, se registró un número similar de especies en ambas áreas, aunque la RE presentó una riqueza específica y un índice de diversidad ligeramente superiores. La especie dominante fue *Sylvilagus floridanus*, tanto en la RE como en el AP, lo que se asocia con su capacidad para aprovechar ambientes modificados, particularmente áreas agrícolas y pastizales inducidos que le proporcionan recursos alimenticios y refugio. Asimismo, *Urocyon cinereoargenteus* destacó entre las especies más frecuentes debido a sus hábitos alimenticios generalistas y su elevada tolerancia a condiciones de perturbación. Por otro lado, la presencia de especies como *Herpailurus yagouaroundi* y *Leopardus pardalis* constituye un indicador de que la RE aún conserva elementos de hábitat funcionales que permiten el desplazamiento, refugio y alimentación de especies con mayores requerimientos ecológicos. La presencia de estos depredadores contribuye al mantenimiento de la estructura y dinámica de las comunidades biológicas, por lo que su registro representa un indicador relevante del estado de conservación de la región.

Consulta al Público

El grupo de las aves registró la mayor riqueza específica, así como los valores más elevados de diversidad y equitatividad en ambas áreas de estudio. Estos resultados reflejan la disponibilidad de una variedad de hábitats y recursos que favorecen la presencia de especies con diferentes requerimientos ecológicos. Aunque tanto la RE como el AP presentan alteraciones derivadas de actividades agrícolas y ganaderas, la mayor riqueza y diversidad observadas en la RE sugieren una mejor conservación de las condiciones ambientales necesarias para el establecimiento de comunidades de aves más complejas.

La herpetofauna fue el grupo que presentó los valores más bajos de diversidad en ambas áreas. En la RE se observó una marcada dominancia de *Ctenosaura acanthura* y *Sceloporus variabilis*, mientras que en el AP las especies dominantes fueron *Aspidoscelis guttatus* y *Sceloporus variabilis*. Estas especies se caracterizan por mantener poblaciones relativamente abundantes y desempeñar funciones ecológicas relevantes dentro de los ecosistemas, principalmente como depredadoras de artrópodos y como presas para diversos grupos de vertebrados. Particularmente, *Ctenosaura acanthura* contribuye a los procesos de dispersión de semillas debido a sus hábitos alimenticios omnívoros. En este contexto, la dominancia observada no se interpreta como un indicador de desequilibrio ecológico, sino como una característica propia de la estructura de las comunidades registradas. Por su parte, los anfibios tuvieron una representación limitada durante los muestreos, registrándose únicamente *Incilius valliceps* en un sitio de la RE. Esta baja detectabilidad puede atribuirse a sus requerimientos específicos de hábitat, asociados principalmente a la presencia de cuerpos de agua, cobertura vegetal densa y hábitos predominantemente nocturnos.

En términos generales, el AP corresponde a un área con un grado importante de transformación derivado de actividades agrícolas y ganaderas. Estas actividades han favorecido la reducción y fragmentación de la cobertura vegetal, afectando la calidad del hábitat y la disponibilidad de recursos para distintos grupos faunísticos.

Durante los trabajos de campo se registraron 13 especies incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales nueve se encuentran sujetas a protección especial (Pr), tres están catalogadas como amenazadas (A) y *Leopardus pardalis* se clasifica en peligro de extinción (P). Adicionalmente, varias de las especies registradas se encuentran incluidas en categorías de riesgo de la Lista Roja de la IUCN y en los apéndices de la CITES. En conjunto, estos registros resaltan la relevancia ecológica de la zona y la necesidad de implementar acciones orientadas a la conservación de sus poblaciones y hábitats, particularmente frente a amenazas como la pérdida y fragmentación del hábitat.

Consulta al Público

Finalmente, los resultados indican que el AP y la RE mantienen una composición faunística similar, reflejada en los patrones de riqueza y equitatividad observados para la mayoría de los grupos evaluados. No obstante, los valores consistentemente superiores registrados en la RE evidencian una mejor condición de conservación y una menor influencia de los disturbios antropogénicos. A pesar de ello, la proximidad del AP a los cuerpos de agua y remanentes de hábitat presentes en la RE favorece la conectividad funcional del paisaje, permitiendo el desplazamiento de la fauna entre ambas áreas y el aprovechamiento de recursos complementarios. Por lo tanto, además de las acciones de restauración de la cobertura vegetal, resulta prioritario fortalecer la conectividad ecológica y promover medidas de manejo y conservación del hábitat que contribuyan al mantenimiento de la diversidad faunística y de los procesos ecológicos asociados en la región.

III.5. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

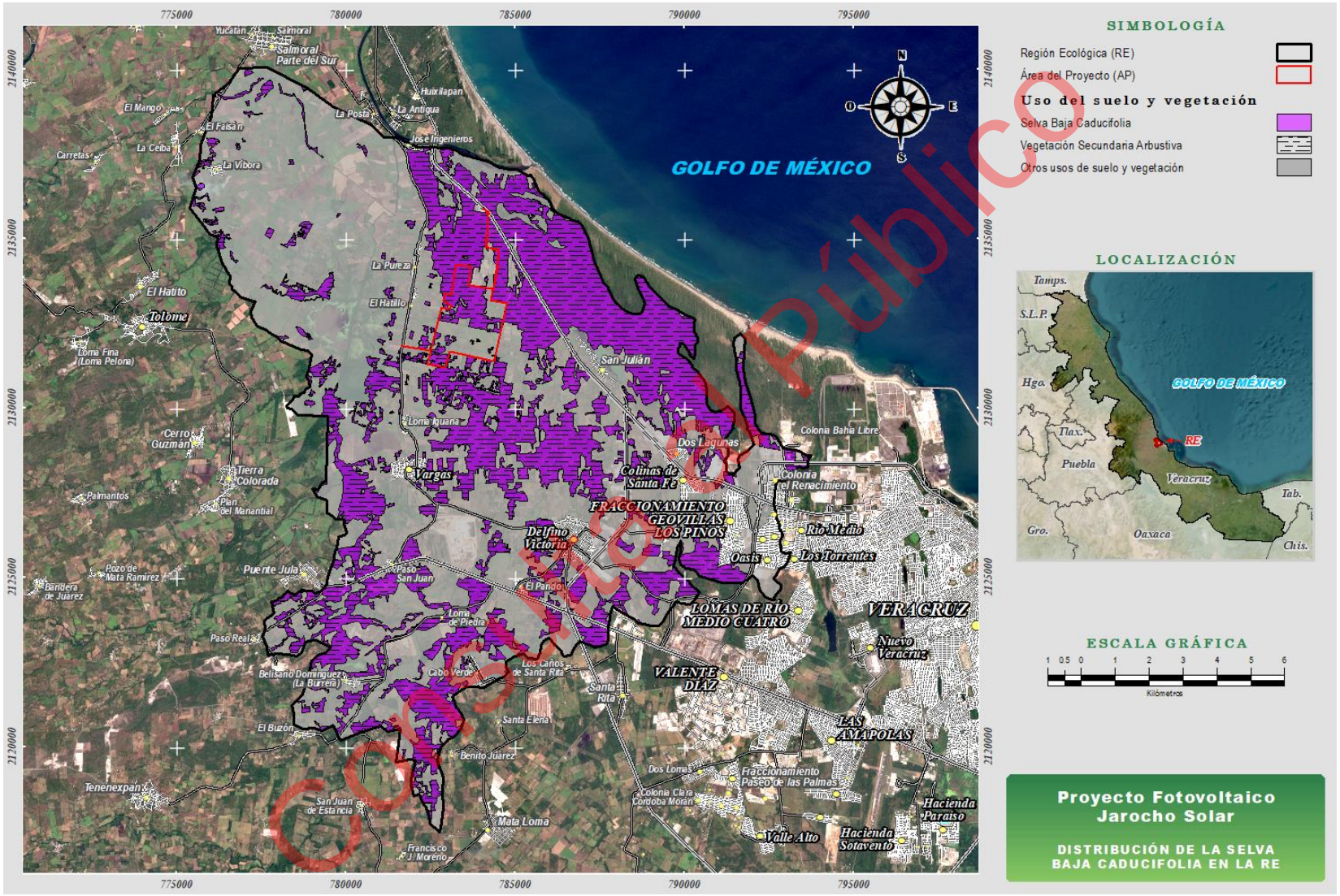
III.5.1. Componente Biótico

III.5.1.1. Vegetación

Con el objetivo de corroborar la información bibliográfica antes presentada, se realizó un análisis comparativo entre la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI (2018) y la información generada mediante interpretación de imágenes satelitales y las observaciones de campo realizadas durante los muestreos de flora. De acuerdo con el INEGI (2018), la Región Ecológica (RE) presenta una predominancia agrícola (59.35 % de la superficie) y solo el 10.46 % pertenece a la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (2,077.182 ha). Sin embargo, el análisis de observaciones en campo y de imágenes satelitales determinó que esta categoría de vegetación ocupa realmente 6,652.219 ha de la RE, lo que representa un 33.49 % de la superficie total. Esta subestimación puede estar dada por diversos factores como la escala de trabajo que puede conllevar a generalizar parches de vegetación, la fenología estacional de la selva baja caducifolia, y las intervenciones y posterior abandono de territorios.

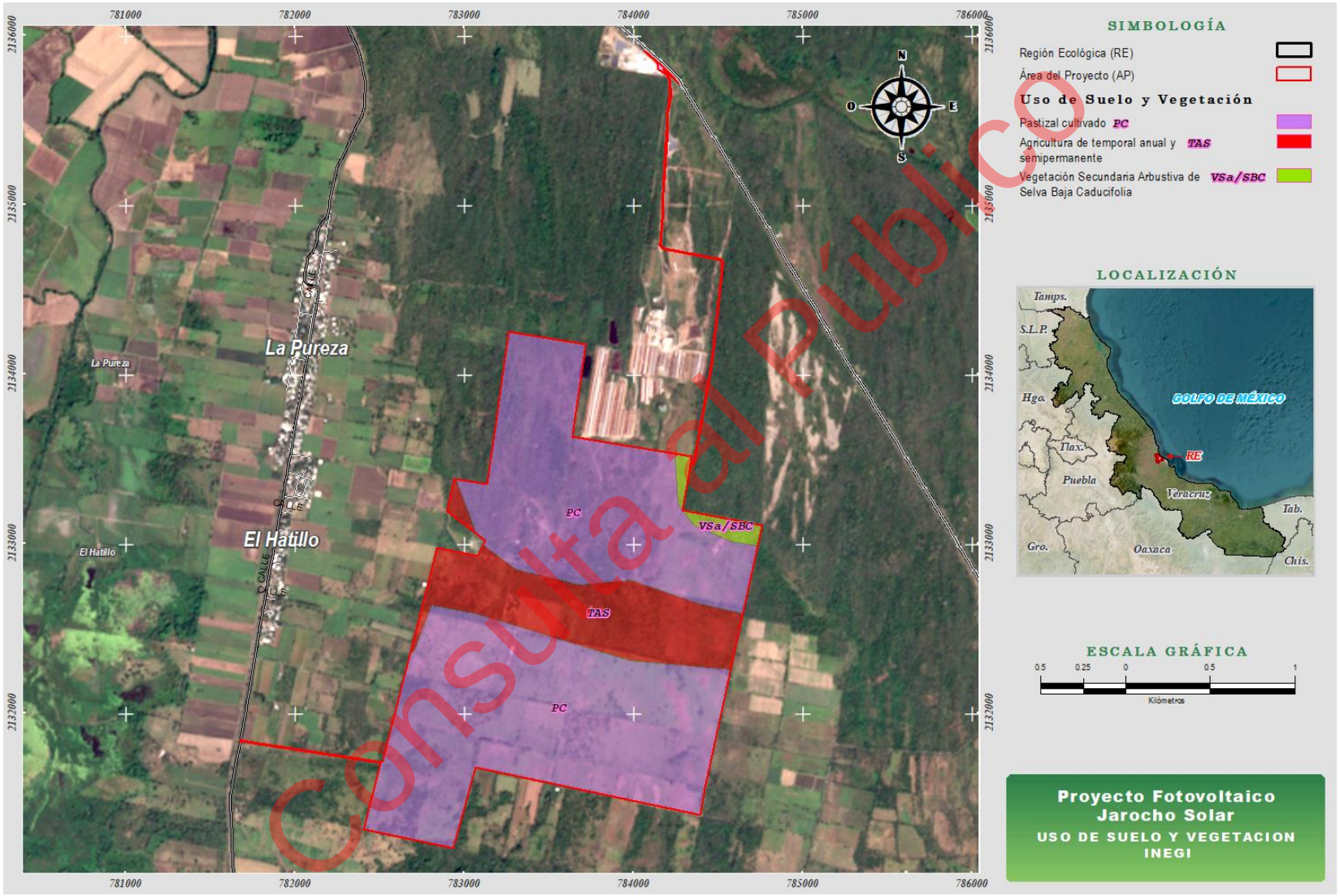
De igual manera se realizó la caracterización de los tipos de uso de suelo y vegetación para el Área del Proyecto (AP), en la **Figura III-74** se muestra la distribución espacial de los usos del suelo y vegetación del AP con respecto a la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI (2018) y en la **Figura III-75** el uso de suelo y vegetación existente en el AP identificado y confirmado en campo, además se presenta en la **Tabla III-39** las superficies correspondientes.

Consulta al Público



Copia No Público

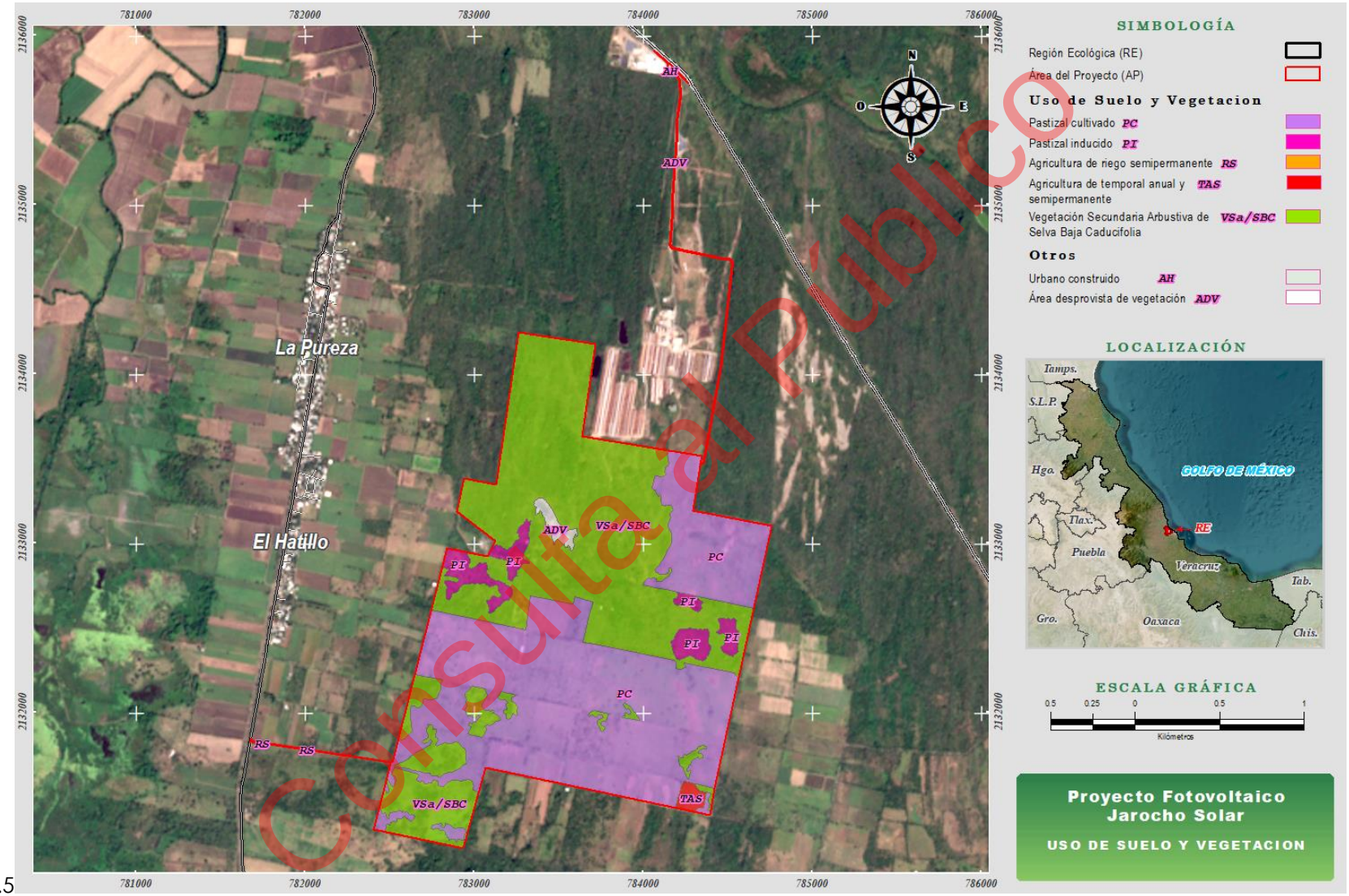
Figura III-73 Vegetación actualizada de la RE



Consulta al Público

Figura III-74 Distribución del uso de suelo y vegetación dentro del AP con respecto al INEGI (2018)

14.5



Consulta al Público

Figura III-75 Distribución del uso de suelo y vegetación dentro del AP identificado y confirmado en campo

Tabla III-39 Uso del suelo y vegetación dentro del AP

Uso del suelo y vegetación	Identificado en campo		INEGI	
	ha	%	ha	%
Área desprovista de vegetación	3.306	0.05	-	0.00
Agricultura de riego semipermanente	0.217	0.55	72.350	17.78
Agricultura de temporal anual y semipermanente	2.229	0.81	-	0.00
Pastizal cultivado	194.203	47.73	326.879	80.34
Pastizal inducido	16.107	3.96	-	0.00
Urbano y construido	0.124	0.03	-	0.00
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	190.678	46.87	7.634	1.88
Total	***406.864***	***100.00***	***406.864***	***100.00***

Conforme a la información cartográfica del INEGI (2018), el 80.34 % de la superficie del AP se clasifica como pastizal cultivado, sin embargo, en la actualidad el abandono de algunas de estas superficies han favorecido procesos de sucesión y regeneración natural de la vegetación, observándose un estrato arbustivo más desarrollado y diverso, así como una cobertura arbórea más cerrada, esta situación se puede observar principalmente en la porción noroeste del AP, así como en algunos segmentos de la porción sur.



Figura III-76 Punto clasificado como Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (INEGI, 2018: Pastizal cultivado)

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84 AP01 782763, 2131686

Consulta al Público

Así mismo, al centro del AP, de acuerdo con el INEGI (2018) las superficies fueron clasificadas como agricultura de riego semipermanente, sin embargo, hoy en día la mayor parte de esta área sigue un proceso sucesional, algunos fragmentos han sido afectados por el pastoreo de ganado, el cual continua en el área de pastizal cultivado.



Figura III-77 Punto clasificado como Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (INEGI, 2018: Agricultura de riego semipermanente)

Coordenadas UTM zona 14N, datum WGS84 AP03 783204, 2132578

Consulta al Público

En resumen, de acuerdo con los usos de suelo y vegetación obtenidos mediante imágenes de satélite y observaciones de campo, el 47.73 % de la superficie del AP se encuentra bajo un uso de pastizal cultivado y el 46.87% pertenece a la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, entre estas dos clasificaciones suman el 94.60 % del Área del Proyecto, el otro 5.40 % se divide ente pastizal inducido y en menor medida agricultura.

III.5.2. Componente Abiótico

III.5.2.1. Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García (1998) predomina el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw), el cual se caracteriza por presentar una temperatura media anual mayor de 22°C, una temperatura del mes más frio mayor de 18°C y un porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual, sin embargo, el 49.58 %

pertenece a la clasificación Aw_1 mientras que 49.72 % pertenece a la clasificación Aw_2 y solo el 0.71% pertenece a Aw_0, los cuales se distinguen por el índice de Lang o cociente de P/T en donde Aw_0 es el clima más seco y Aw_2 el más húmedo, cabe mencionar que el AP se encuentra en su totalidad en esta última unidad climática (Aw_2) por lo que presenta un índice de Lang mayor a 55.3.

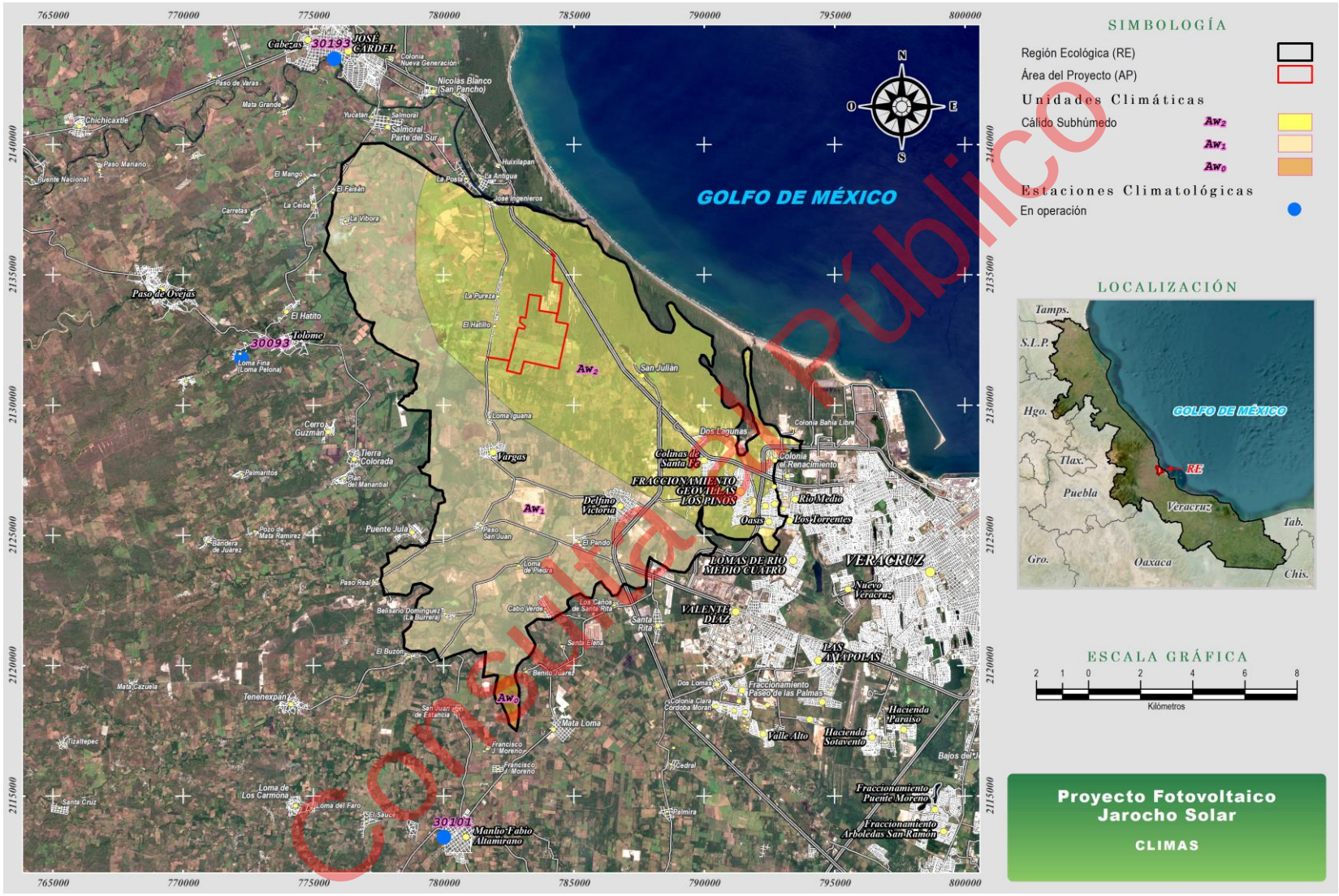
Las estaciones climatológicas más cercanas a la RE corresponden a: 30193 José Cardel, ubicada a una distancia de 3,418 m en dirección noroeste; 30093 Loma Fina con una distancia de 4,727 m en dirección oeste; y 30101 Manlio Fabio Altamiramo, ubicada a una distancia de 4,944 m con respeto al límite sur. La estación 30093 Loma Fina es la estación climatológica más cercana al AP con una distancia de 9,436 m (**Figura III-78**). Las estaciones se mantienen actualmente en operación y cuentan con registros desde 1941 en el caso de José Cardel, desde 1945 para Manlio Fabio Altamiramo y desde 1952 para la estación Loma Fina.

Considerando los valores mensuales de las estaciones climatológicas, se tiene que la temperatura media anual es en promedio de 25.5°C a 26.2°C, mientras que las temperaturas máximas anuales son de 30.8°C a 31.6°C y las mínimas anuales de 20°C a 20.7°C (**Tabla III-40**). La temperatura máxima diaria que se ha registrado fue de 49.5°C el 29 de abril de 1962 en la estación Manlio Fabio Altamiramo, mientras que la mínima diaria que se ha registrado corresponde a la estación Loma Fina el 16 de marzo de 2004 cuando la temperatura fue de 0°C.

Tabla III-40 Temperaturas promedios mensuales y anuales de las estaciones climatológicas José Cardel, Loma Fina y Manlio Fabio Altamiramo para los periodos 1941-2026, 1952-2025 y 1945-2025 respectivamente

Estación	Temperatura (°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Manlio Fabio Altamiramo	Máxima	27.7	29.3	31.9	34.2	35.7	34.7	33.2	33.1	32.5	31.4	29.8	28.1	31.6
	Mínima	16.8	17.7	19.6	21.6	23.5	23.8	22.9	22.8	22.8	21.5	19.7	17.7	20.7
	Media	22.2	23.5	25.7	27.9	29.6	29.2	28	28	27.7	26.4	24.7	22.9	26.2
Loma Fina	Máxima	27.4	28.6	30.6	32.9	34	33.3	32	32.3	32.1	31.5	29.8	28.2	31.1
	Mínima	15.7	16.4	18.3	20.8	22.7	23	22	22	21.9	20.6	18.7	16.6	20
	Media	21.6	22.5	24.5	26.8	28.3	28.2	27	27.1	27	26	24.3	22.4	25.5
José Cardel	Máxima	26.9	28	30	32.3	33.4	32.7	32.1	32.6	32.2	31.2	29.5	27.8	30.8
	Mínima	16.6	17.3	19.2	21.5	23.3	23.5	22.5	22.5	22.5	21.2	19.2	17.4	20.5
	Media	21.8	22.7	24.6	26.9	28.4	28.1	27.3	27.5	27.4	26.2	24.3	22.6	25.6

Consulta al Público



Consulta Público

Figura III-78 Unidades climáticas presentes en la RE y ubicación de estaciones climatológicas

Con respecto a la precipitación, el total anual es en promedio de 920.5 mm a 1144.6 mm (**Tabla III-41**), distribuyéndose la mayor parte de ella en los meses de junio a septiembre.

Tabla III-41 Precipitación media mensual y anual de las estaciones climatológicas José Cardel, Loma Fina y Manlio Fabio Altamiramo para los periodos 1941-2026, 1952-2025 y 1945-2025 respectivamente

Estación	Precipitación (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Manlio Fabio Altamiramo	13	9.3	8.6	14.6	39.1	206.9	290.8	224.6	206.2	86.3	29.3	12.8	1044.7
Loma Fina	16	9.2	8.9	9.9	31.9	179.8	238.3	187.3	158.2	65.4	27.7	15.3	920.5
José Cardel	13.8	10.4	11.4	11.9	45.1	232.3	284.4	235.7	219.9	90.4	36.9	16.6	1147.6

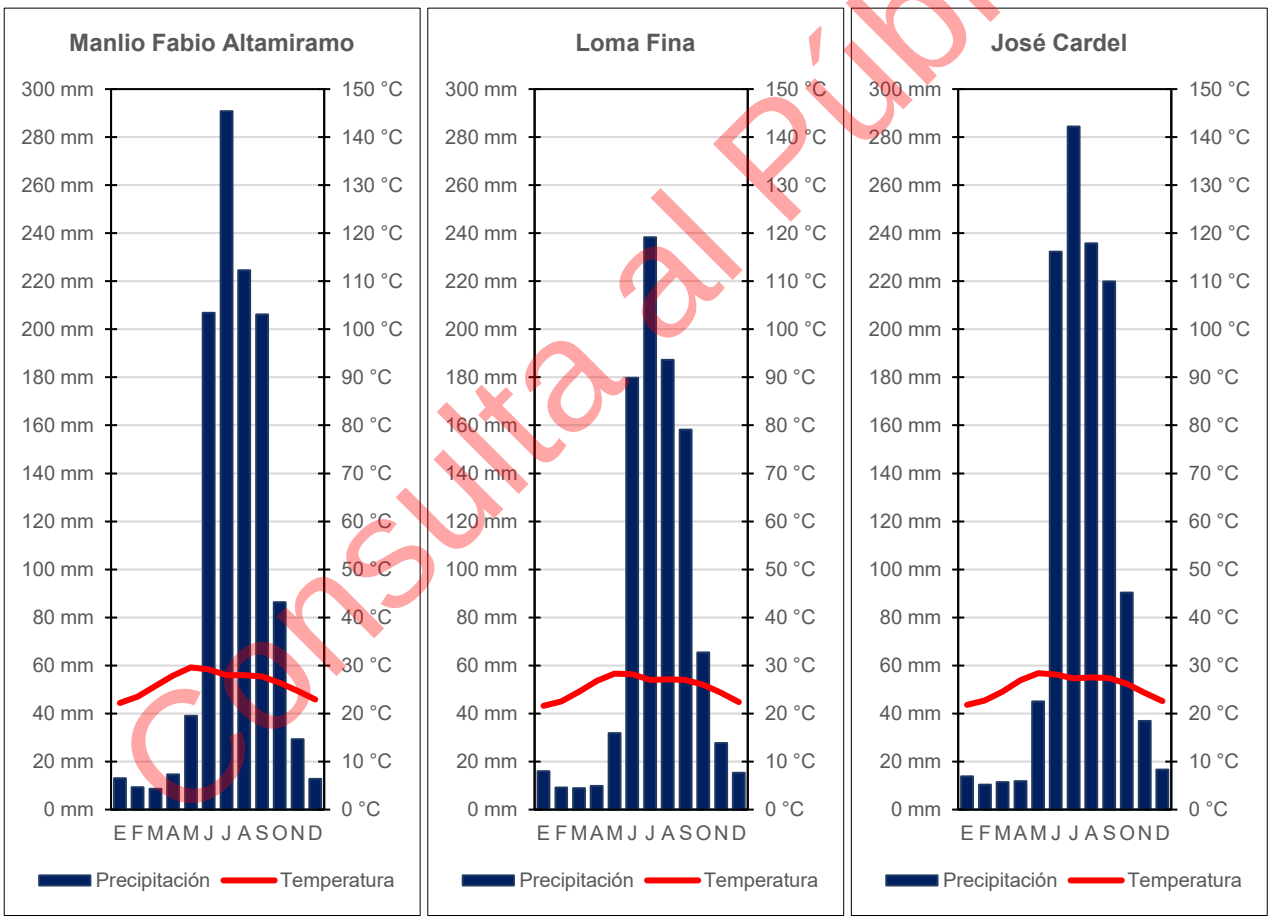


Figura III-79 Climogramas para las estaciones climatológicas José Cardel, Loma Fina y Manlio Fabio Altamiramo para los periodos 1941-2026, 1952-2025 y 1945-2025 respectivamente

Con base en la temperatura y precipitación media mensual, en la **Figura III-79** se presentan los climogramas de las estaciones climatológicas José Cardel, Loma Fina y Manlio Fabio Altamiramo,

Consulta al Público

en donde se observa que los meses húmedos corresponden principalmente a junio a octubre, además, durante mayo y junio se registran las mayores temperaturas del año.

III.5.2.1.1. Eventos meteorológicos extremos

El municipio de La Antigua, por estar ubicado en la costa del Golfo de México, está expuesto año con año a los ciclones tropicales, el Atlas Nacional de Riesgos (1949-2020) indica que, el grado de peligro por estos fenómenos es bajo, pero el grado de riesgo es medio (CENAPRED, 2022). Entre los eventos de ciclones tropicales que han impactado el municipio de La Antigua, destaca una tormenta tropical el 26 de septiembre de 1949 y el huracán Karl que se presentó con categoría 3 el 17 de septiembre de 2010, afectando además municipios como Veracruz, Manlio Fabio Altamirano, Paso de Ovejas, entre otros (CENAPRED, 2026).

III.5.2.2. Geomorfología

De acuerdo con la delimitación fisiográfica realizada por el INEGI (2001), la RE se encuentra ubicado en la Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur, Subprovincia Llanura Costera Veracruzana, esta se distingue por la presencia de lomeríos suaves ubicados al este y noroeste, y en una mayor extensión se identifican llanuras con sistemas lagunares permanentes que ocupan extensas superficies (CONAGUA, 2024).

A nivel de sistema de topoformas, dentro de la RE se presentan dos de ellas, lomerío con llanuras, que representa el 57.79 % de la superficie y llanura aluvial costera con el 41.50 %, el resto de la superficie pertenece a un extenso cuerpo de agua que abarca 141.17 ha. Por el contrario, en el AP, el 95.5 % de la superficie pertenece a la topoforma de llanura aluvial costera y solo el 4.46 % a lomerío con llanuras (**Figura III-80**).

La topoforma lomerío con llanuras es la predominante en la RE y corresponde a un conjunto de lomas que presenta elevaciones de hasta 63 m, con una pendiente en promedio de 4.1 %, siendo la parte más baja de este sistema, mientras que la topoforma llanura aluvial costera es donde se encuentra la mayor parte del AP y tiene elevaciones de hasta 124 m, presentando una pendiente promedio de 7.4 %.

Consulta al Público

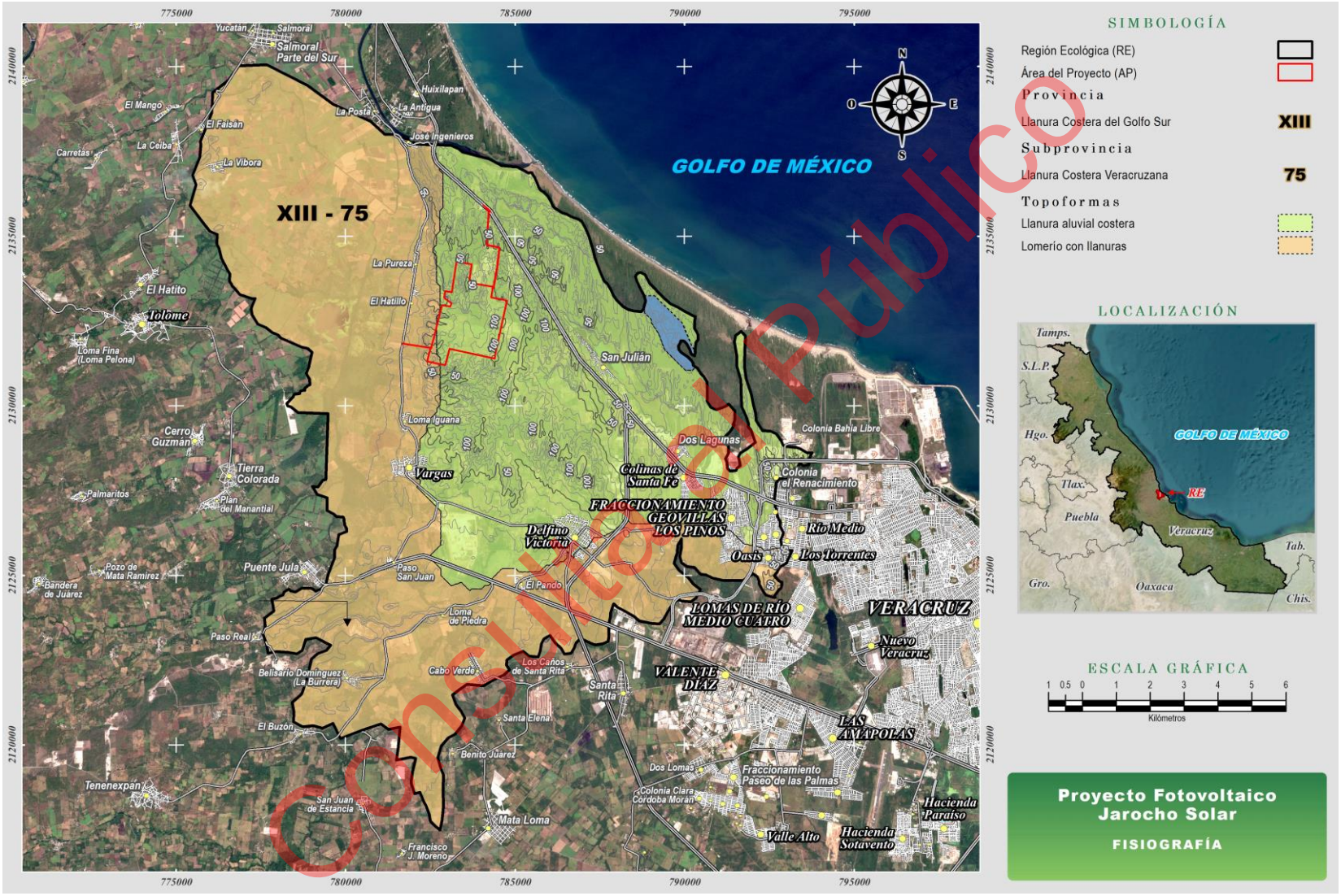


Figura III-80 Ubicación fisiográfica de la RE

Consulta Público

III.5.2.2.1. Estratigrafía

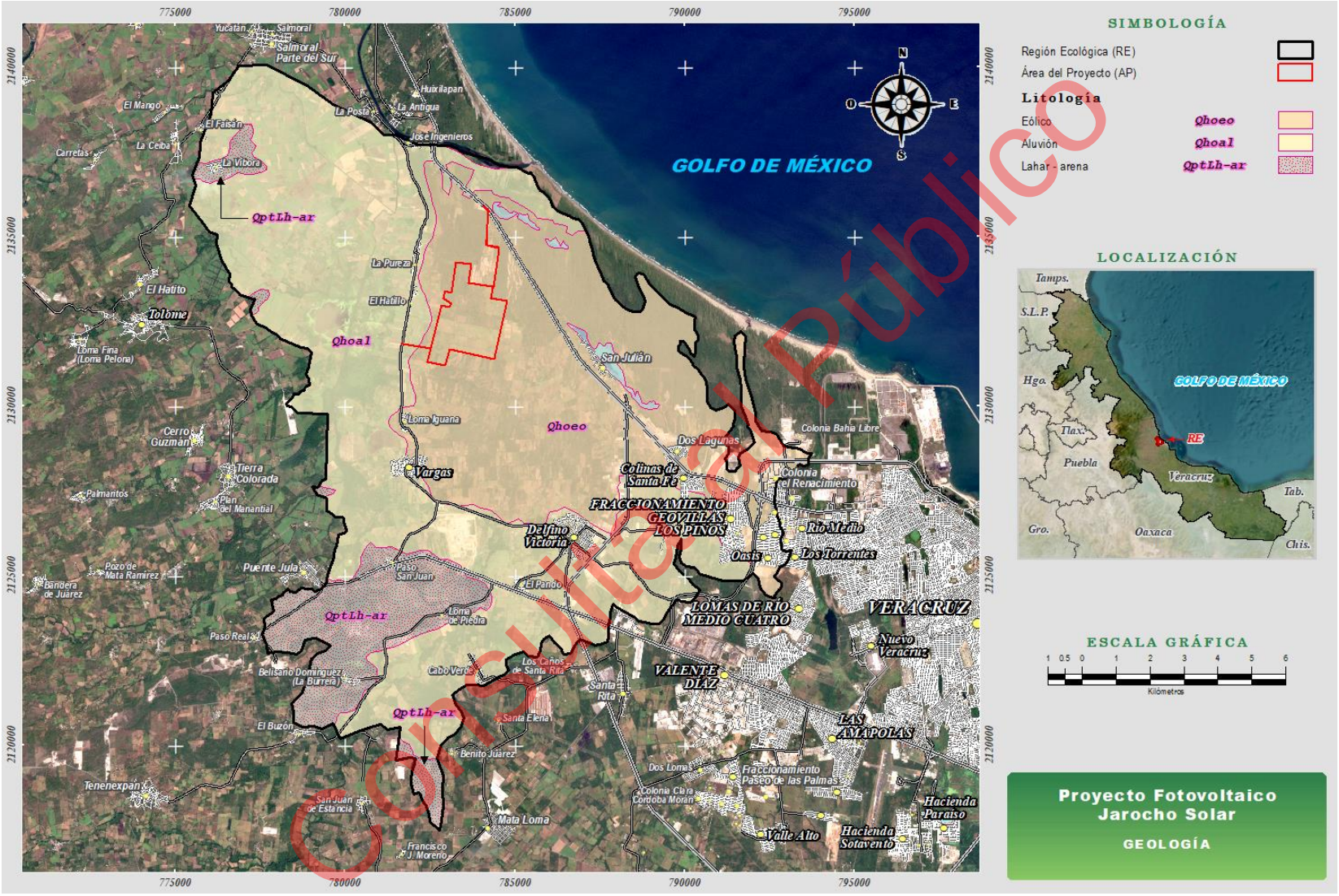
De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano (2002), dentro de la RE se ubican tres unidades geológicas (**Figura III-81**), correspondientes a Aluvión (Qho al) [51.45 %], Eólico (Qho eo) [37.31%] y Lahar-arena (Qpt Lh-ar) [10.48 %]. Las primeras dos unidades corresponden a depósitos de roca sedimentaria formados durante el Holoceno, dentro del período Cuaternario de la era Cenozoica, mientras que la unidad Lahar-arena corresponde a un depósito de roca extrusiva formado durante el Pleistoceno, también dentro del período Cuaternario de la era Cenozoica.

El Lahar-arena Tetelzingo (Qpt Lh-ar) es uno de los dos depósitos volcanoclásticos resultantes del colapso de volcanes ancestrales subyacentes al Pico de Orizaba, los afloramientos se observan como depósitos o capas masivas, no estratificadas compuestos por polimícticos con ruditas, gravas y gránulos en una matriz arcillo-limoso de color café amarillenta, que presenta numerosas vesículas de 1-2 mm que sugieren burbujas de aire atrapadas en una matriz saturada, estos tienen un valor económico importante, en el área suroeste de Coscomatepec, donde se extraen y comercializan boleos y gravas para su uso en la construcción (Vergara *et al*., 2000)

La unidad aluvión (Qho al), corresponde a depósitos proveniente del intemperismo y erosión de rocas preexistentes, consiste en sedimentos fluviales que fueron transportados por las corrientes provenientes de los altos topográficos (CONAGUA, 2024) suelen ser en su mayoría depósitos conglomeráticos en forma de abanicos aluviales no consolidados, su matriz areno arcillosa comúnmente saturada evoluciona a suelos muy fértiles, donde el desarrollo de suelos agrícolas se ha generalizado. A diferencia de otras unidades geológicas los depósitos aluviales no presentan ningún interés minero (Vergara *et al*., 2000),

La unidad eólica (Qho eo) está formada procesos sedimentarios por acción del viento, a estas zonas también se les denomina dunas y se caracterizan por formar hileras de montículos de arena perpendiculares a la dirección del viento con complejos sistemas de estructuras sedimentarias del tipo de estratificación laminar cruzada con ángulos de hasta 35°, y de igual forma los depósitos formados por esta unidad geológica no presentan ningún interés minero. (Vergara *et al*., 2000).

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura III-81 Unidades geológicas presentes en la RE

III.5.2.2.2. Susceptibilidad de la zona

A. Sismicidad

La totalidad de la RE, de acuerdo con la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad [CFE] (2015), se encuentra dentro de la zona sísmica B (peligro medio), la cual se caracteriza por ser una región en donde no se registran eventos sísmicos con frecuencia y porque las amplificaciones del suelo no sobrepasan el 70 % de la aceleración de la gravedad.

B. Deslizamientos, derrumbes, otros movimientos de tierra o roca

Considerando el Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas del CENAPRED (2020), que indica que tan favorables o desfavorables son las condiciones de los terrenos para que pueda ocurrir inestabilidad de acuerdo a factores intrínsecos a los materiales naturales de la ladera y sin considerar factores desencadenantes como sería el caso de la precipitación o la sismicidad, en la mayor parte del AP (86.8 %) y de la RE (95.0 %) la susceptibilidad es muy baja, debido principalmente a la presencia de pendientes menores al 10 %.

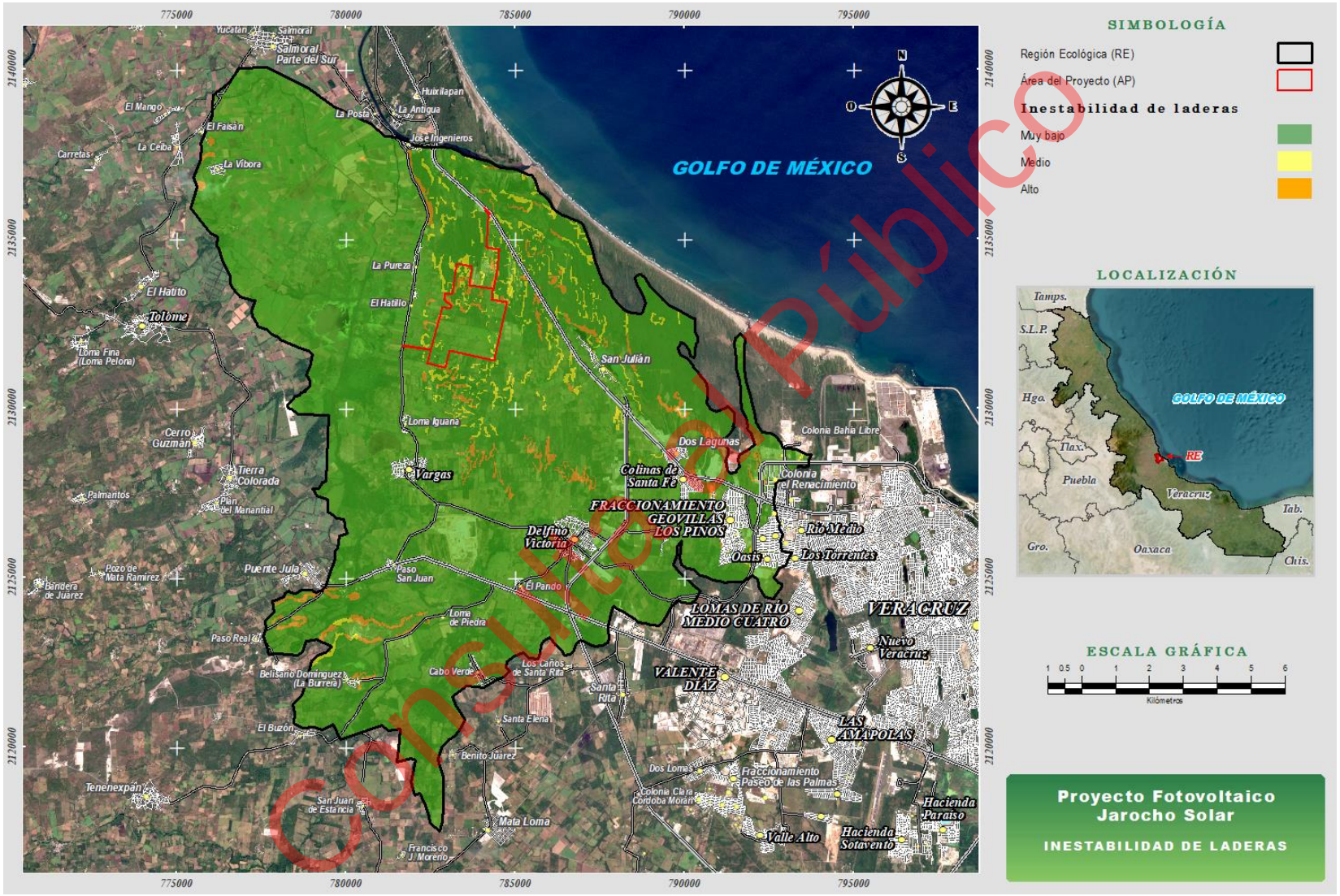
Las áreas más susceptibles a la inestabilidad de las laderas corresponden a una susceptibilidad alta, comprendiendo el 2.4 % de la RE y el 6.3 % del AP, se localizan principalmente en la sección centro - norte, en donde se concentran depósitos sedimentarios eólicos (Qho eo) formados durante el Holoceno. La superficie restante tanto de la RE (2.5 %), como del AP (6.9 %), tienen una susceptibilidad media (**Figura III-82**).

C. Inundaciones

Considerando el Índice de Vulnerabilidad de Inundación (IVI) del CENAPRED (2017), el municipio de La Antigua, en el que se encuentra el AP, así como Veracruz, Paso de Ovejas y Manlio Fabio Altamirano, municipios que forman parte de la RE, presentan una vulnerabilidad media, categoría dada a los municipios que han sido declarados en desastre por lluvias e inundación fluvial y pluvial, y los daños generados ante este tipo de eventos han sido moderados.

Con respecto al peligro por inundación, y considerando el Índice del CENAPRED (2016) que toma en cuenta la proporción del territorio que se encuentra ubicado en zona inundable para calificar a los municipios conforme al grado de peligro, los cuatro municipios mencionados se encuentran en peligro muy alto.

Consulta al Público



Consulta Público

Figura III-82 Susceptibilidad de Inestabilidad de laderas en la RE

La causa principal de estar considerado como zona de muy alto peligro, radica en que más del 14 % del territorio municipal se encuentra dentro de zonas susceptibles a inundaciones, lo que obedece a diversos factores, en el AP su cercanía al Golfo de México (se sitúa entre los 3 a 6 km de distancia respecto al mar) y su prácticamente nula pendiente, dificultaría que el AP pueda ser drenado con rapidez.

D. Actividad volcánica

En la RE no existen volcanes activos, ubicándose el más cercano en el propio estado de Veracruz, a 23.3 km del AP, en donde se localiza el Campo Volcánico Naolinco, debido a lo cual, el riesgo por actividad volcánica en la RE es baja

III.5.2.3. Suelos

De acuerdo con el INEGI (2024), los principales grupos de suelo que se encuentran en la RE corresponden a: Vertisoles (59.03%) Arenosol (36.27%) Technosol (2.15%) y Phaeozem (2.01%), mientras que en el Área del Proyecto predomina Arenosol Calcárico (52.49%) y Vertisol Pélico (47.50%). A continuación, se describen los diferentes tipos de suelo de acuerdo a lo reportado por el INEGI (2015):

Vertisol: Suelos llamados pesados, se crean bajo condiciones alternadas de saturación y sequía, en donde se forman grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos, debido a su alta cantidad de arcillas expandibles. Generalmente son suelos fértiles, con alta capacidad de retención de humedad y bajo drenaje lo que puede ocasionar inundaciones, tienen buen amortiguamiento contra sustancias tóxicas. Los vertisoles, en comparación con otros tipos de suelos, suelen tener una mayor susceptibilidad a la erosión, sin embargo, cuando estos presentan una textura fina, como es el caso de los vertisoles que se presentan en la RE y el AP, su susceptibilidad a la erosión hídrica es principalmente baja o ligeramente moderada.

Arenosol: Suelos ricos en arena. Incluyen arenas depositadas en dunas o playas y también arenas residuales formadas por meteorización de sedimentos o rocas ricas en cuarzo. Se caracterizan por su baja retención de agua y nutrientes, y su alta permeabilidad y aireación, además suelen ser más susceptibles a la degradación por cambio de uso en zonas con clima húmedo. Los arenosoles, independientemente de la textura que presenten, su susceptibilidad a la erosión hídrica es muy baja.

Consulta al Público

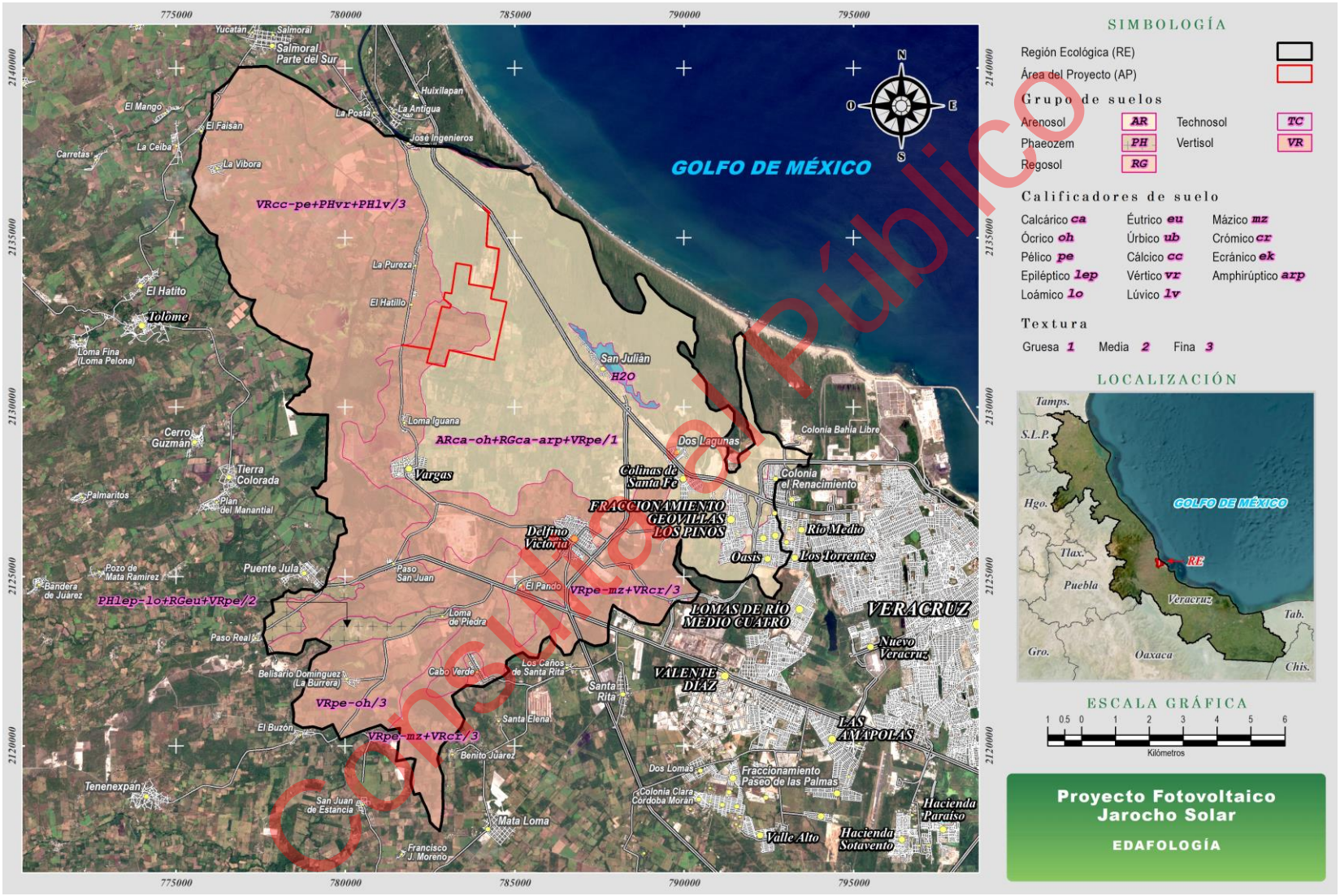


Figura III-83 Grupos de suelos en la RE

Consulta el Público

Technosol: Suelos dominados o fuertemente influenciados por materiales hechos o expuestos por la actividad humana que de otro modo no se produciría en la superficie de la tierra, la edafogénesis en estos suelos se ve fuertemente afectada por los materiales y su organización, se encuentra principalmente en áreas urbanas e industriales, por lo que en esta clasificación se incluyen suelos de desechos, pavimentos con sus materiales subyacentes no consolidados y suelos construidos artificialmente.

Phaeozem: Suelos color pardo a negro, ricos en magnesio, potasio y sin carbonatos en el subsuelo. Se localizan generalmente en clima semiseco y subhúmedo en tierras llanas a onduladas, son de importancia agrícola en Mexico y suelen ser susceptibles a la erosión del viento y del agua.

La porción noreste del AP con suelos de Arenosol Calcárico presenta una textura gruesa, en la cual más del 70% de su composición está representada por arena. Además, está calificado como calcárico, este suelo contiene más de 2% de carbonatos de calcio, sin adoptar las propiedades específicas del horizonte cálcico. Por otro lado, la porción suroeste está compuesta por un suelo de tipo Vertisol Pélico con una textura fina, por lo que más del 35% de su composición está dada por arcillas, además, su calificador es pélico lo que significa que es un suelo compacto y aunque presenta grietas en temporada seca, el volumen total que representan en el perfil del suelo es bajo (menos del 20%).

En la RE se presenta una textura fina en el 59.03 % de los suelos, en el 36.27 % una textura gruesa y una textura media en el 2.01%, cabe mencionar que el 2.15 % de la superficie no es aplicable una textura por la condición de los suelos technosol. La presencia de una textura fina, la cual comprende el 47.50 % de los suelos en el AP, confiere una menor susceptibilidad a la erosión hídrica que la que presenta el suelo cuando su textura es media o incluso gruesa.

III.5.2.3.1. Procesos erosivos

De acuerdo con el INEGI (2014a), en la mayor parte de la RE (91.44 %) y la totalidad del AP los suelos no presentan erosión evidente (SE), lo cual aunado a que en el 3.77 % de la RE no aplica la identificación de procesos erosivos por ser áreas de asentamientos humanos y cuerpos de agua, se define que únicamente el 4.78 % de los suelos de la RE presentan algún tipo de erosión la cual se limita al tipo hídrica laminar en grado leve (HL1) [**Figura III-84**].

Consulta al Público



Consulta Público

Figura III-84 Erosión en los suelos presentes en la RE

La erosión hídrica laminar en grado leve corresponde a una pérdida de suelo poco apreciable, en donde se tiene alguna de las siguientes evidencias: encostramiento, capas delgadas de partículas de diferentes tamaños dispuestas sobre la superficie, pequeños montículos, no existen remontantes o su formación es muy incipiente, manchones sobresalientes de vegetación, indicios de actividad agropecuaria, canalillos y algún grado perceptible de compactación (INEGI, 2014b).

III.5.2.4. Agua

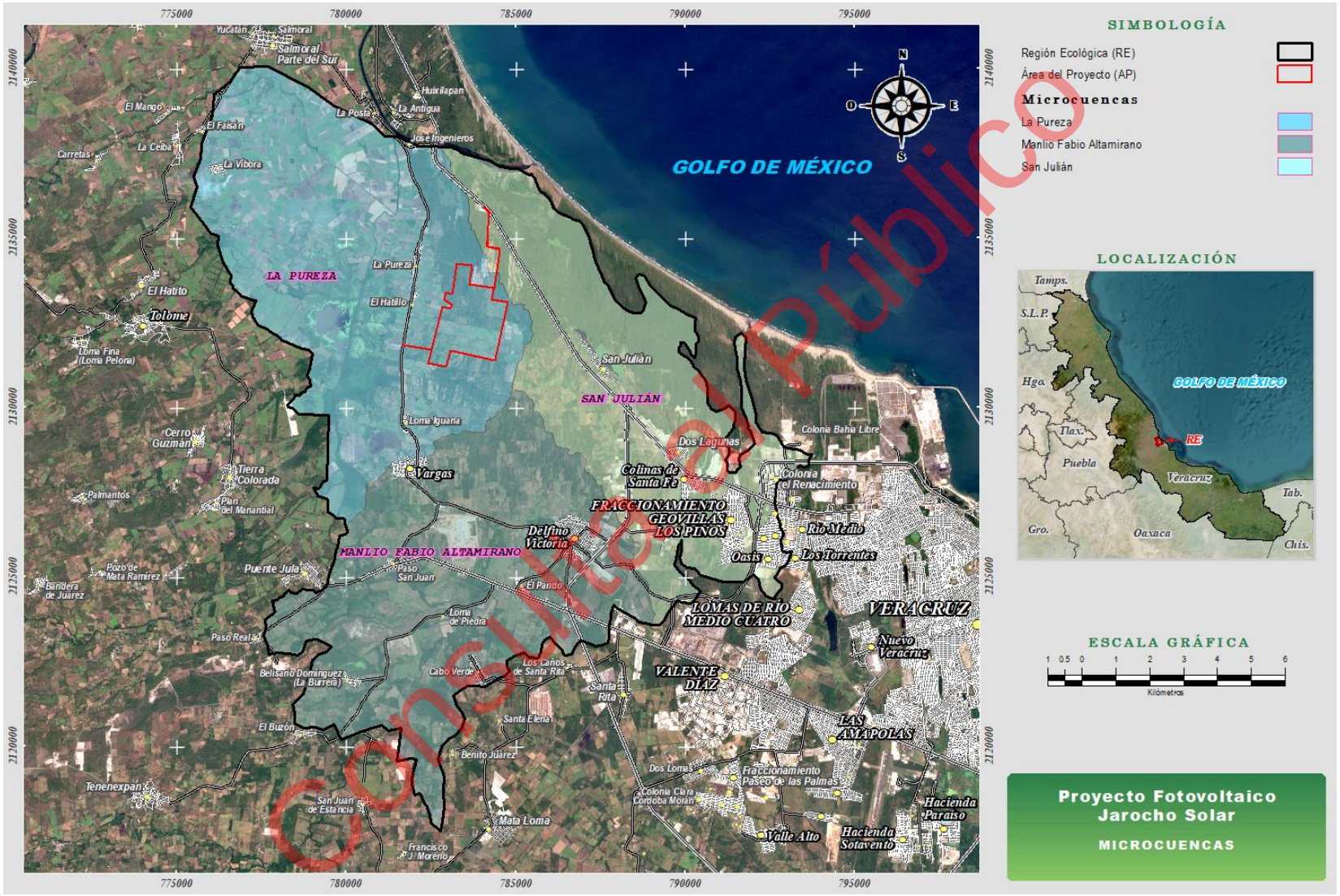
III.5.2.4.1. Hidrología superficial

La RE se ubica dentro de la Región Hidrológica RH 28 "Río Papaloapan", cuenca del "Río Jamapa y Otros". Conforme a las cartas hidrográfica del INEGI (2010) se encontró que la RE se encuentra dentro de dos subcuencas, la "R. San Francisco - Puerto de Veracruz" (RH28Bc) que abarca el 39.67 % de la superficie de la RE y la "R. Paso de Ovejas" (RH28Bd), la cual abarca el 60.33 % de la superficie de la RE y el 100% de la superficie del AP. Las subcuencas son de tipo abierta, lo cual indica que el flujo de agua que es captado en su área física tiene salida a otro sistema, la subcuenca R. Paso de Ovejas es un sistema que nace en la parte baja del Eje Neovolcánico, fluye a través de la llanura costera aluvial y desemboca en el Golfo de México. En cambio, la subcuenca R. San Francisco – Puerto de Veracruz, se ubica entre los límites de la cuenca del Río La Antigua y el Río Jamapa.

De acuerdo con el FIRCO y la UAQ (2005), la RE se encuentra ubicada entre 3 microcuencas (**Figura III-85**), "La Pureza" (37.54 %), "Manlio Fabio Altamirano" (34.18 %) y "San Julián" (28.28 %), destacando a "La Pureza" ya que el 99.52 % de la superficie del AP se desarrolla en esta microcuenca (el 0.48 % restante pertenece a "San Julián").

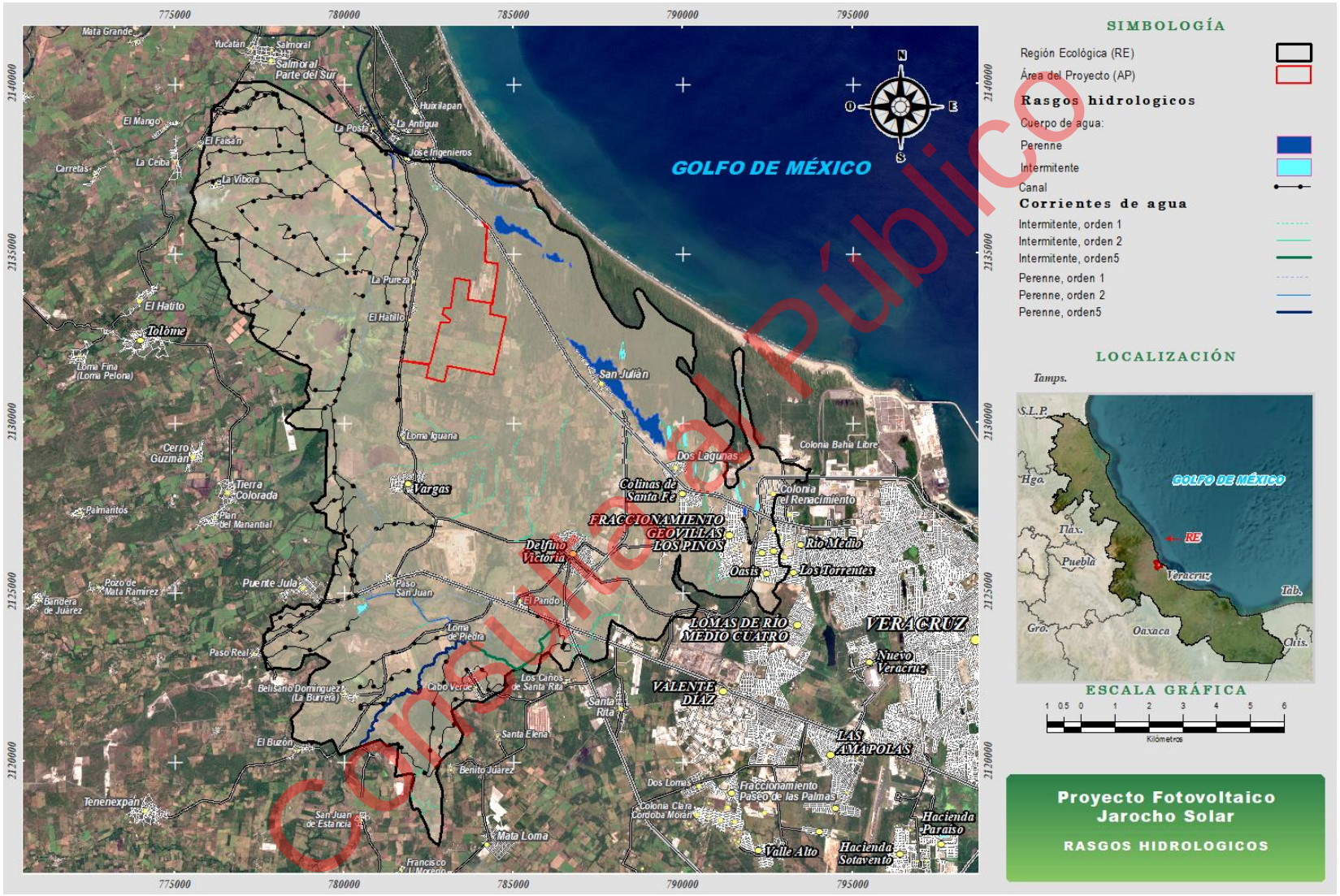
Con respecto a la red hidrológica que se presenta en la RE, se encuentra conformada por 52.88 km de corrientes de agua intermitentes y 28.07 km de corrientes perennes, que en conjunto tienen una longitud de 80.95 km (INEGI, 2023 y 2021c). Las corrientes de agua presentes en la RE son predominantemente de orden 1 (56.03 km), encontrándose en menor medida corrientes de orden 2 (13.89 km) y 5 (1.10 km) [**Figura III-86**]. Las corrientes de orden 5 corresponden a Río chico y Tenenexpan corrientes perenes que tiene su origen en la parte alta de sus respectivas subcuencas (RH28Bd y RH28Bc) a una altitud de 382 m y 142 m respectivamente. Cabe mencionar que la calidad del agua superficial es baja pues en algunos casos está contaminada por coliformes fecales e incluso puede llegar a ser moderadamente toxica de acuerdo con la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA, 2024).

Consulta al Público



Consulta Público

Figura III-85 Microcuencas en la RE



Consulta al Público

Figura III-86 Rasgos hidrológicos en la RE

Dentro de la RE existen corrientes de agua que durante su trayectoria aguas abajo son interceptadas por lo que en algunos casos el flujo de agua no continúa, además de ello, predominan las corrientes de agua que desaparecen una vez que ingresan a áreas agrícolas.

En el AP no se reporta ningún cuerpo de agua (INEGI, 2023) sin embargo en la RE se ubican 22 cuerpos de agua, con superficies que oscilan entre 0.0354 ha y 112.098 ha, 8 de ellos de tipo perenne, siendo los más destacados la laguna de San Julián, laguna Catalina, laguna Colorada y un fragmento del Río la Antigua.

De igual forma dentro del AP no se reportan canales de agua, no obstante, en la RE se ubica una red de canales que en conjunto miden 117.32 km de longitud, entre ellos destaca el Canal Lateral Pureza, caño Prieto, San Juan, Sifón de la Lima, Río Chico, Dren La Chiquita y Arroyo seco.

III.5.2.4.2. Hidrología subterránea

La RE se ubica en su totalidad dentro del acuífero 3006 Costera de Veracruz (CONAGUA, 2010), acuífero de tipo libre en algunas zonas y de tipo semiconfinado en aquellas partes donde se encuentran capas de material impermeable. Además, se localiza dentro de la zona hidrogeológica denominada Llanura del Golfo Sur Oeste, específicamente en su zona de extracción. Así mismo se encuentra dentro de dos unidades hidrogeológicas, definidas por su transmisividad, la cual se refiere a la cantidad de agua que el conjunto de rocas o materiales detríticos es capaz de liberar por día. De la RE el 58.56 % presenta una transmisividad alta, con valores superiores a los 500 m²/día, mientras que el 41.34 % posee una transmisividad moderada (**Figura III-87**), así como el 99.95 % del AP, con valores de entre 50 y 500 m²/día.

En cuanto a la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación la zona hidrogeológica se ha clasificado con base en el método GOD, el cual integra tres variables: el tipo de acuífero (G), la litología de la cobertura (O) y la profundidad del nivel freático o del acuífero (D). la RE está clasificada en su mayoría con vulnerabilidad baja (55.04 %) caracterizada por materiales de baja permeabilidad, niveles estáticos entre 20 y 50 metros, y una cobertura de suelo arcilloso o mixto que limita el flujo de contaminantes, aunque aún los hace susceptibles a contaminantes persistentes y vulnerabilidad media (44.62 %), al igual que el AP (99.99 %) [**Figura III-87**], asociada a acuíferos confinados, cubiertos por suelos permeables de tipo arenoso, limo arcilloso o agregados arcillosos, con un estrato litológico menos permeable y niveles estáticos que varían entre 10 y 20 metros (INEGI, 2020). Esta clasificación permite identificar las áreas según su capacidad natural para atenuar impactos, clave para la gestión y protección del agua subterránea.

Consulta al Público

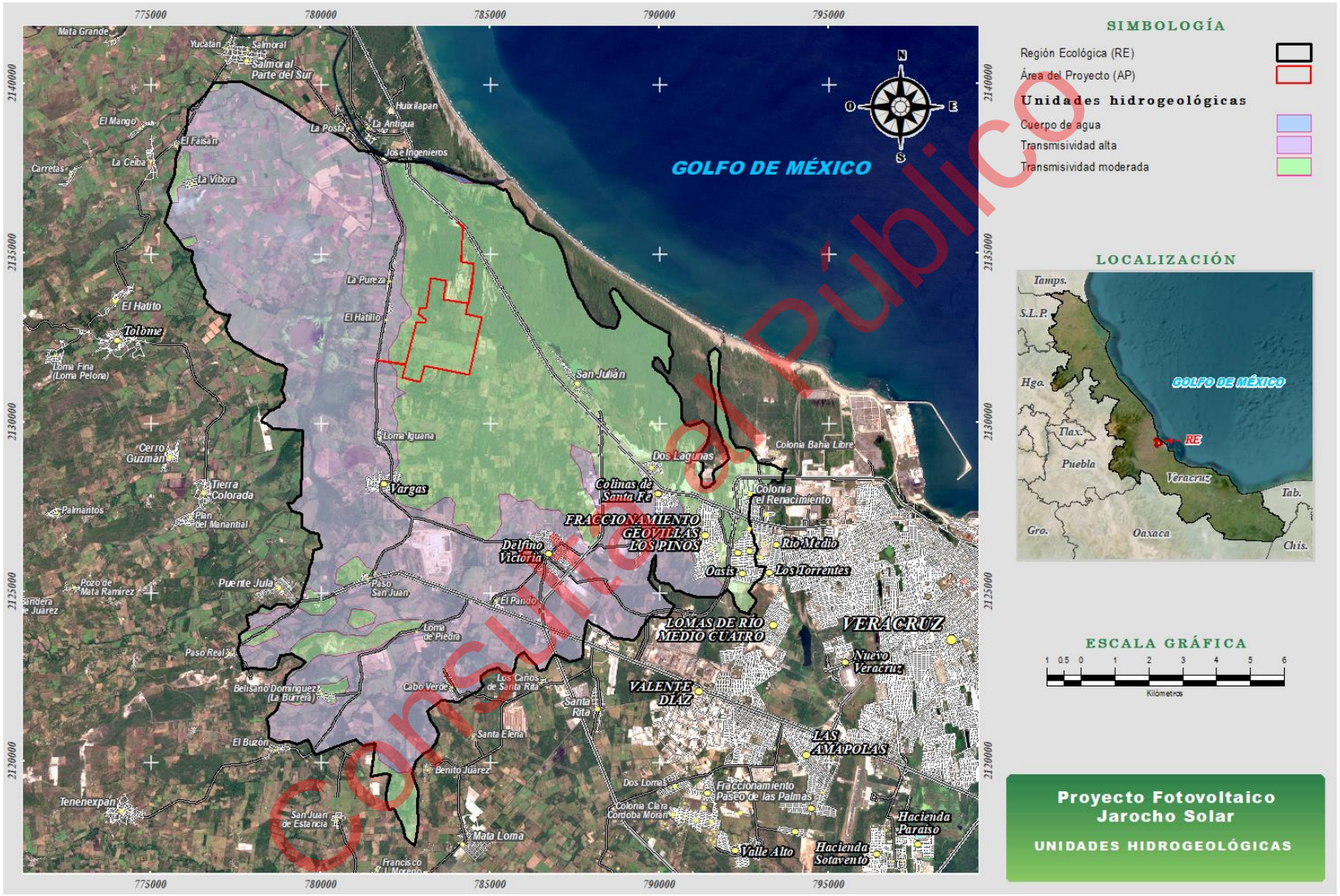
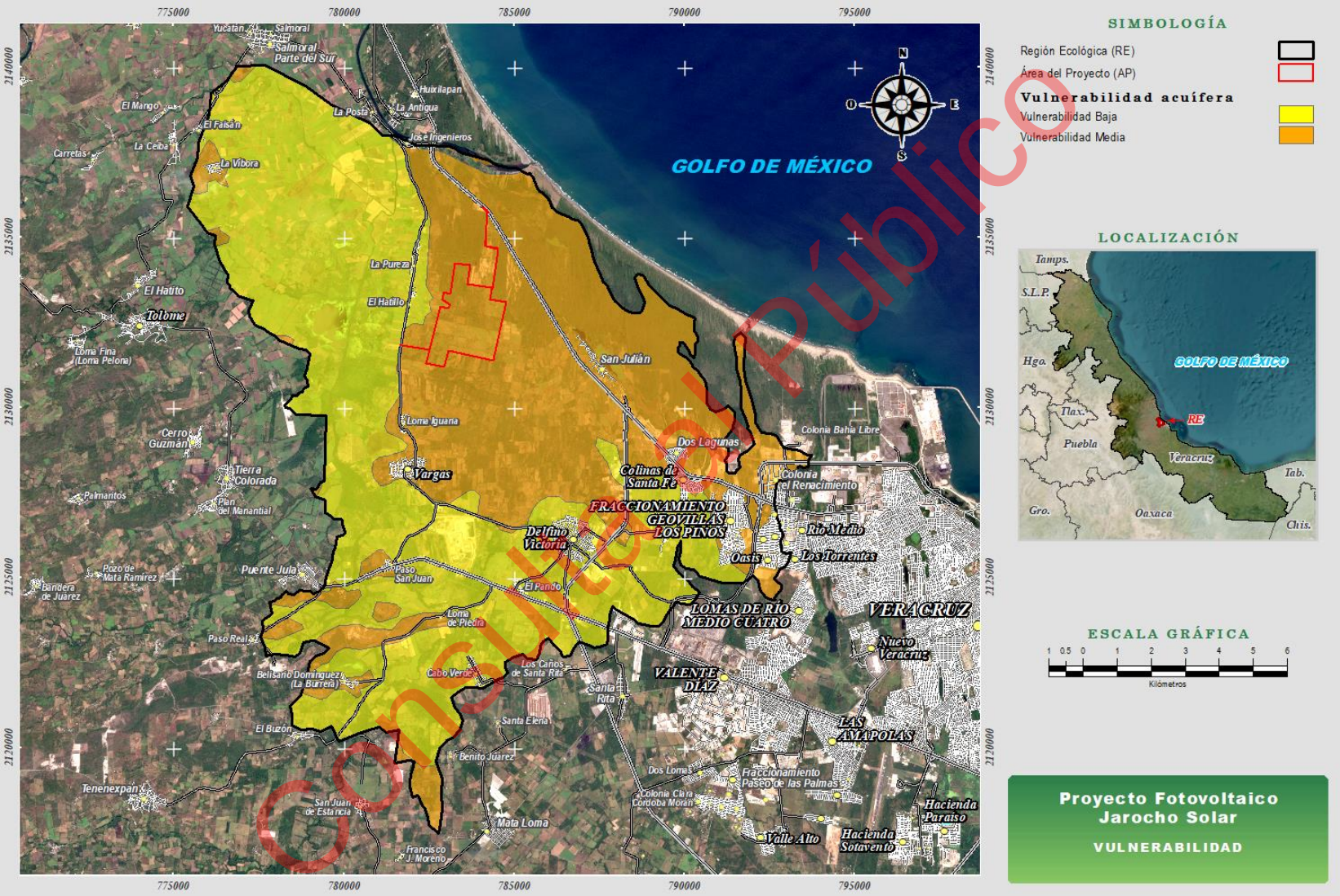


Figura III-87 Unidades hidrogeológicas en la RE

Consulta al Público



Consulta Público

Figura III-88 Unidades vulnerabilidad acuífera en la RE

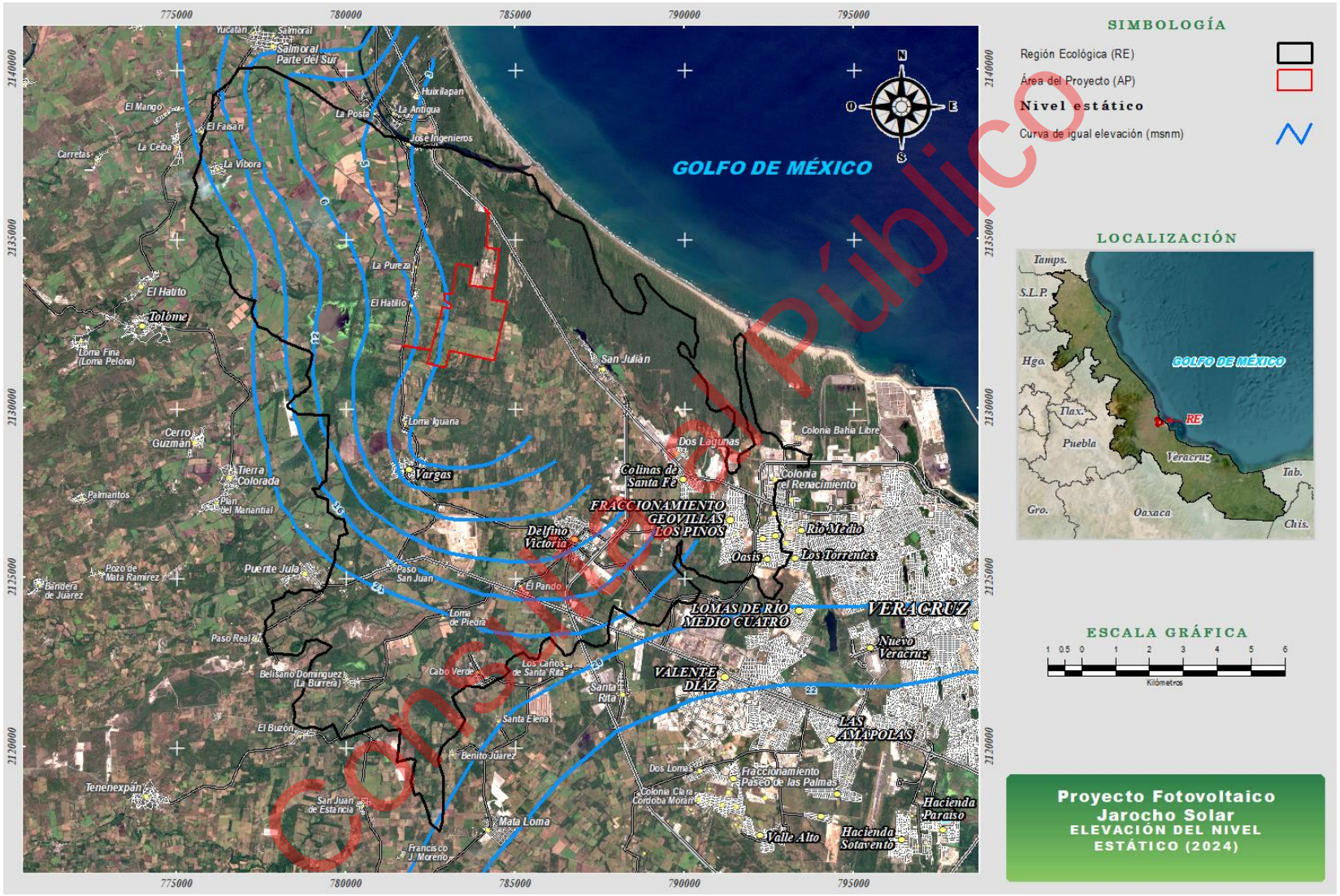


Figura III-89 Elevación del nivel estático del agua subterránea en la RE

Consulta Pública

A. Comportamiento hidráulico

De acuerdo con la configuración de elevación del nivel estático, dentro de la RE se registran cotas de 3 a 21 metros (INEGI, 2025), los cuales decrecen gradualmente desde la porción oeste – suroeste de la RE hacia su porción este – noreste (**Figura III-89**).

B. Aprovechamientos subterráneos

De acuerdo con la CONAGUA (2024), en el acuífero se localizan 1,875 perforaciones activas, de las cuales se extraen 54.2 hm^3/año para uso agrícola, 51.7 hm^3/año para uso público, 23.4 hm^3/año para servicios, 17.0 hm^3/año para uso industrial y 7.8 hm^3/año para otros usos.

C. Disponibilidad del agua subterránea

En el acuífero Costera de Veracruz, la CONAGUA (2024) estima una recarga total media anual de 293.5 hm^3/año, con 102.5 hm^3/año de descargas naturales comprometidas y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 206,617,630 m^3 anuales, por lo que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones, definiendo un déficit de 15,617,630 m^3 anuales.

III.5.3. Componente Socioeconómico

La RE se encuentra dentro de los municipios de Veracruz (38.34 %), La Antigua (32.79 %), Paso de Ovejas (18.12 %) y Manlio Fabio Altamirano (10.75 %), en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, a nivel del AP , la superficie total se ubica dentro del municipio La Antigua. Dentro de la RE se identificaron 22 localidades de las cuales destacan Fraccionamiento Geovillas los Pinos (16,855 habitantes), Colinas de Santa Fe (9,205 habitantes), Oasis (5,300 habitantes), Fraccionamiento el Campanario (4,769 habitantes), Fraccionamiento Costa Dorada (4,272 habitantes), Delfino Victoria (9,205 habitantes) y Vargas (2,647 habitantes), además de Valente Diaz y Los Torrentes, los cuales se encuentran parcialmente dentro del área de la RE (36,818 y 10,870 habitantes respectivamente), las localidades más cercanas al AP son El Hatillo (531 habitantes) y La Pureza (912 habitantes) a 564 y 861 metros respectivamente.

III.5.3.1. Población económicamente activa

Considerando la información reportada por el INEGI (2021a), el municipio de La Antigua cuenta con una población económicamente activa (PEA) de 14,401 personas, de las cuales 97.74 % se encontraban ocupadas y 2.26 % se encontraban desocupadas, valores muy similares a los

Consulta al Público

reportados en los demás municipios de la RE, en donde él % menor de PEA ocupadas pertenece al municipio de Manlio Fabio Altamirano con 97.53 %, en la **Tabla III-42** se detalla la PEA de los municipios que conforman la RE.

Tabla III-42. Población económicamente activa e inactiva en los municipios donde se localiza en la RE

Municipio	Población de 12 años y más	Población económicamente activa			Población económicamente inactiva	No especificado	Tasa específica de participación económica[1] (%)
		Total	Ocupada	Desocupada			
La Antigua	23,778	14,401	14,075	326	9,330	47	60.56
Paso de Ovejas	27,711	15,246	14,883	363	12,380	85	55.02
Veracruz	512,247	319,865	312,163	7,702	191,327	1,055	62.44
Manlio Fabio Altamirano	19,801	11,241	10,963	278	8,463	97	56.77

[1] *Porcentaje que representa la población económicamente activa, respecto de la población de 12 años y más.*

Además, de la población económicamente inactiva en el municipio de la Antigua, el 44.3 % corresponde a personas dedicadas a los quehaceres del hogar, el 32.3 % a estudiantes, 12.9 % a pensionados o jubilados y 3.6 % a personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar. El restante 6.8 % corresponde a personas en otras actividades no económicas. Y de acuerdo con INEGI (2021b), el 69.83 % de la población ocupada en el municipio de la Antigua es asalariada (obreros, jornaleros, peones o ayudantes con pago), mientras que 30.17 % es no asalariada (empleadores, trabajadores por cuenta propia y trabajadores sin pago).

III.5.3.2. Principales actividades productivas

De la población ocupada en el municipio de la Antigua, aproximadamente el 7.6 % realiza actividades del sector primario (agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca), 23.19 % labora en el sector secundario (minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción), 24.91 % se dedica al comercio y 43.12 % realiza actividades relacionadas a servicios; el porcentaje restante no especificó su actividad (**Tabla III-43**).

Tabla III-43. Población económicamente activa por sector de actividad 2015

Municipio	Población ocupada por sector de actividad económica (%)				
	Primario[1]	Secundario[2]	Comercio	Servicios[3]	No especificado
La Antigua	7.60	23.19	24.91	43.12	1.19
Paso de Ovejas	19.78	27.87	14.43	35.49	2.42
Veracruz	0.82	18.12	22.91	56.05	2.10

Consulta al Público

Municipio	Población ocupada por sector de actividad económica (%)				
	Primario[1]	Secundario[2]	Comercio	Servicios[3]	No especificado
Manlio Fabio Altamirano	20.83	27.48	16.37	32.51	2.80

[1]Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza. [2]Minería, industrias manufactureras, Construcción, electricidad y agua. [3]Servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros.

III.5.3.3. Indicadores de Carencia Social y Bienestar Económico

En los municipios que se encuentra en la RE, de acuerdo con la CONAPO (2021), el grado de marginación es bajo y muy bajo, siendo una de las limitantes más sobresalientes el "% Población de 15 años o más sin educación básica" el cual es de 44.81 % y 50.26 % para los municipios de Paso de Ovejas y Manlio Fabio Altamirano respectivamente (**Tabla III-44**). Sobresale, además, los indicadores de: "% de población en localidades con menos de 5 000 habitantes", en el que estos mismos municipios presentan valores de 79.40 % y 74.60 % muy por encima del valor estatal de 45.86 % y "% Ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni excusado" con 2.64 % y 2.47 %.

Tabla III-44. Grado de marginación 2020 e indicadores socioeconómicos asociados

Indicador	La Antigua	Paso de Ovejas	Veracruz	Manlio Fabio Altamirano	Veracruz de Ignacio de la Llave
Educación					
% Población de 15 años o más analfabeta	4.62	6.72	2.39	7.92	8.50
% Población de 15 años o más sin educación básica	34.75	44.81	24.11	50.26	39.88
Vivienda					
% Ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni excusado	0.44	2.64	0.12	2.47	1.26
% Ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica	0.31	1.59	0.11	0.52	1.07
% Ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada	0.39	0.93	0.52	0.83	8.67
% Ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra	1.17	2.28	1.46	2.86	5.98
% Viviendas particulares con hacinamiento	18.84	21.13	15.96	22.02	23.09
Tamaño de localidad					
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	29.69	79.40	11.20	74.60	45.86
Ingreso					
% Población ocupada con ingresos menores a 2 salarios mínimos	75.29	75.72	66.12	82.11	78.12
Grado de marginación					
Clasificación	Muy bajo	Bajo	Muy bajo	Bajo	Alto

Fuente: CONAPO, 2021

Consulta al Público

En cuestiones de rezago social, el municipio La Antigua es considerados con un rezago muy bajo, debido a lo cual, los indicadores asociados con el rezago social muestran que la mayoría de las personas que habitan en los municipios dentro la RE tienen acceso a algunos derechos sociales y cuentan con distintos bienes en sus hogares. De los indicadores que evidencian algún tipo de rezago en los municipios, se encuentra principalmente el referente al "% de población de 15 años o más con educación básica incompleta" del cual se presentan valores de 44.7 % para el municipio de Veracruz y 50.2 % para el municipio de Manlio Fabio Altamirano.

Tabla III-45 Índice de rezago social 2020 e indicadores asociados

Indicador		La Antigua	Paso de Ovejas	Veracruz	Manlio Fabio Altamirano	Veracruz de Ignacio de la Llave
Educación						
% Población de 15 años o más analfabeta		4.6	2.4	6.7	7.9	8.5
% Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela		5.1	6.2	6.7	7.8	6.6
% Población de 15 años o más con educación básica incompleta		34.6	24.0	44.7	50.2	39.8
Salud						
% Población sin derechohabiencia a servicios de salud		27.2	28.1	25.9	34.4	27.6
Vivienda						
% Viviendas que no cuentan con algunos servicios básicos	Agua entubada	0.5	0.6	1.3	0.9	8.5
	Drenaje	0.6	0.7	3.7	3.4	8.9
	Energía eléctrica	0.5	0.2	2.7	0.8	1.3
% Viviendas que no cuentan con algunos bienes	Lavadora	22.7	18.8	29.9	28.1	37.0
	Refrigerador	8.8	6.1	13.4	12.6	18.3
	Excusado o sanitario	1.0	0.5	4.5	4.4	1.9
% Viviendas con piso de tierra		1.3	1.6	2.8	3.2	5.7
Rezago social						
Clasificación		Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Muy alto

Fuente: CONEVAL, 2020a.

De acuerdo con el CONEVAL (2020b), en los municipios en el que se encuentra la RE, la población en situación de pobreza es de 48.3 % en promedio y la que se encuentra en pobreza extrema es el 5.9 % (**Tabla III-46**). Las principales carencias asociadas a la pobreza en los municipios en los que se encuentra la RE son "Carencia por acceso a la seguridad social "de la cual se estima que la carencia se presenta en el 54.7 % de la población, "Carencia por acceso a los servicios de salud" con 33.4 % y "Población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos" con 57.5 %.

Consulta al Público

Tabla III-46 Pobreza 2020 e indicadores asociados

Indicador	RE
% Población con vulnerabilidad por carencia social	25.23
% Población vulnerable por ingreso	9.26
% Población con rezago educativo	24.77
% Población con carencia por acceso a los servicios de salud	33.39
% Población con carencia por acceso a la seguridad social	54.74
% Población con carencia por calidad y espacios de la vivienda	9.14
% Población con carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	20.30
% Población con carencia por acceso a la alimentación	20.20
% Población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos	57.55
% Población con ingreso inferior a la línea de pobreza extrema por ingresos	20.41
% Población en situación de pobreza	48.29
% Población en situación de pobreza extrema	5.85

III.5.3.4. Población indígena

En los municipios que comprenden la RE se registraron 10,209 personas indígenas en hogares (INPI, 2020), los pueblos con mayor presencia son los Nahuas (3,461) los Binnizá o Zapotecos (2,127) y los Mazatecos (2,026), de estos el 73.85 %, 73.95 % y 70.24 % de su población respectivamente se encuentran en la localidad de Veracruz, en comparación la siguiente localidad con más registros es Valente Diaz con 383 personas en total.

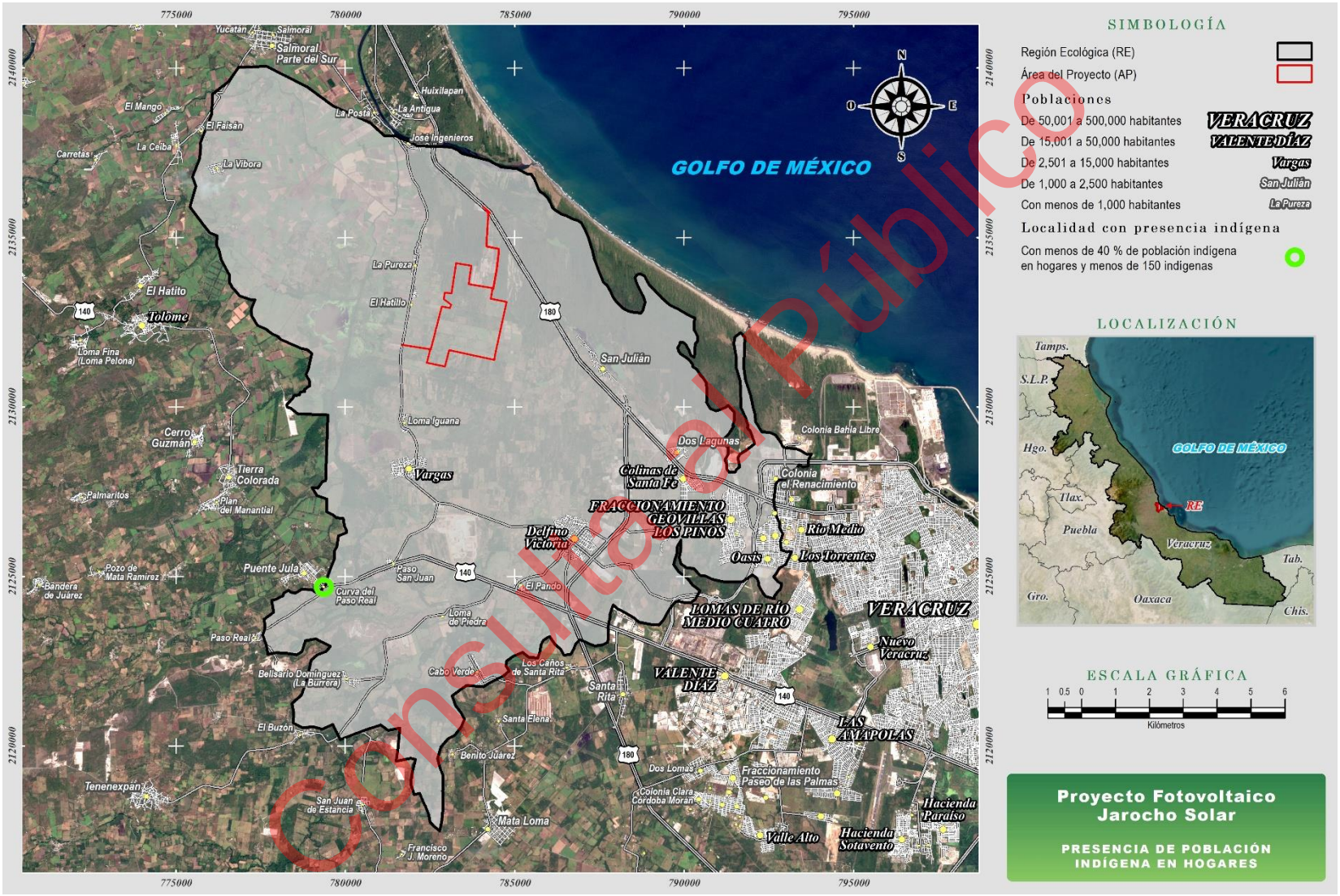
La antigua, Paso de ovejas y Manlio Fabio Altamirano son municipios con menos de 40 % de población indígena en hogares y menos de 5,000 indígenas en hogares, por lo cual corresponden a un municipio con población indígena dispersa, mientras que el municipio de Veracruz cuenta con más de 5,000 indígenas en hogares dentro de su población, por lo que se considera que el municipio tiene presencia indígena.

Considerando al INPI (2020b), en la RE únicamente la localidad de Curva del Paso Real cuenta con presencia de población indígena en hogares la cual se ubica en la porción suroeste de la RE (**Figura III-90**).

Tabla III-47 Población indígena en localidades dentro de la RE

Categoría o Indicador	Curva del Paso Real
Población total	300
Población indígena en hogares	5
Porcentaje de población indígena en hogares	1.7
Tipología de localidades según porcentaje y presencia de población indígena en hogares	Loc. con menos de 40 % y menos de 150 indígenas
Nombre de la agrupación lingüística según el catálogo de las lenguas indígenas nacionales 2008 (INALI)	Ch'ol

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura III-90 Localidades en la RE con presencia de población indígena en hogares

III.6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

De acuerdo con lo descrito en los apartados previos, se identificó que la RE y el AP presentan una transformación ambiental significativa debido a las actividades productivas que se han desarrollado históricamente en la región, como lo son las actividades agropecuarias, lo que ha derivado en que en la actualidad se presenten algunas evidencias de deterioro ambiental, principalmente en la cobertura vegetal y el recurso agua, tanto en cuestiones de cantidad como de calidad. Por un lado, el requerimiento de superficies para el desarrollo de las actividades económicas, ha propiciado que la cobertura vegetal nativa se encuentre reducida al 34.6 % de la superficie de la RE y que la vegetación de selva baja caducifolia que se desarrolla en el AP y áreas aledañas a terrenos agropecuarios, exhiba condiciones de perturbación, correspondiendo a una condición secundaria de tipo arbustiva, en la que su diversidad florística es media o baja en los estratos que la conforman, por otro lado, los requerimientos de agua, principalmente para el desarrollo de la agricultura de riego y para uso público – urbano, en conjunto con los volúmenes de descarga natural, sobrepasan los volúmenes naturales de recarga del acuífero Costera de Veracruz, generando un déficit del recursos hídrico, que además superficialmente se ve afectado principalmente por el uso de agroquímicos para el desarrollo de los cultivos.

Aun con las evidencias de deterioro ambiental en la cobertura vegetal y el recurso agua, tal como se presenta en apartados posteriores, en la RE y el AP la calidad ecológica es predominantemente media, correspondiente a un sistema que logra compensar la presión ejercida por el hombre, en donde existen cambios importantes dentro de la estructura y ciertos procesos naturales se ven afectados; sin embargo, en muchas ocasiones son posibles los procesos de reversibilidad y con acciones de mejoramiento se puede incrementar el nivel de calidad.

En adición con lo descrito previamente, a continuación, se presenta el diagnóstico realizado a nivel de RE y del AP para cada componente ambiental, indicando con ello su grado de conservación y/o deterioro, es decir, la línea base con el que el Proyecto interactuará durante sus distintas etapas de implementación.

Morfología

En la mayor parte de la RE y en algunas áreas del AP se presentan terrenos sin elevaciones o suavemente inclinados (pendientes en promedio menores al 5 %), que en conjunto con suelos de tipo vertisol (suelos fértiles), han propiciado el desarrollo agrícola y pecuario al noroeste y sur de la RE, debido a ello, las principales modificaciones en el relieve dentro de la RE están asociadas

Consulta al Público

principalmente al acondicionamiento de los terrenos agrícolas (nivelaciones para su mecanización, excavaciones para el almacenamiento o distribución del agua, entre otros), mientras que en el AP, al igual que la porción norte y noreste de la RE, los terrenos son principalmente inclinados (pendientes del 5 al 10 %) y en menor medida se presentan terrenos fuertemente inclinados (pendientes del 10 al 15 %) o moderadamente escarpados (pendientes del 15 a 30 %), en los que se presentan principalmente suelos de tipo arenosol (no tienen buenas propiedades de almacenamiento de agua y nutrientes), debido a ello, en estas áreas se presenta la mayor distribución de cobertura vegetal en la RE, sin embargo, existen áreas que han sido aprovechadas para su uso pecuario, mediante el establecimiento de pastizales, y debido a ello, en esta región algunas de las modificaciones que se presentan en el relieve están asociadas principalmente a la instalación de infraestructura como son los ranchos y la apertura de caminos para acceder a los terrenos.

Las unidades geológicas que predominan en la RE y en la totalidad del AP no presentan algún tipo de interés económico para su aprovechamiento, sin embargo, en la unidad correspondiente a lahar – arena (Qpt Lh-ar), la cual se distribuye en la porción suroeste de la RE, es aprovechada para la comercialización de boleos y gravas para la construcción, por lo que este tipo de actividad también influyen en la modificación del relieve dentro de la RE, principalmente por las excavaciones realizadas para extraer los materiales y por su acumulación en el terreno.

De acuerdo con lo anterior, se puede definir que este componente muestra alteraciones, pero son generalmente poco significativas, con excepción de las alteraciones por el aprovechamiento de materiales pétreos, las cuales se consideran que son altamente significativas.

Suelo

En la RE se identifican cuatro unidades dominantes de suelos, siendo la unidad de vertisol la de mayor distribución en la RE (59.09 %) y en el 47.5 % del AP, en la que, por su fertilidad, al igual que en la unidad de phaeozem, son en donde se desarrolla principalmente la actividad agrícola, sin embargo, es por esta misma actividad que se ha afectado su fertilidad, por lo que para continuar con la producción de los cultivos se llegan a aplicar fertilizaciones. En el resto de las unidades de suelos, como la de arenosol, se presentan limitantes para la producción agrícola (no tienen buenas propiedades de almacenamiento de agua y nutrientes), por lo que es común que se encuentren con una cobertura vegetal adaptada a dichas condiciones, como lo es la selva baja caducifolia, sin embargo, existen áreas que han sido aprovechadas para un uso pecuario, mediante el establecimiento de pastizales.

Consulta al Público

Las unidades de suelo como el vertisol son altamente susceptibles a la erosión, sin embargo, debido a que las unidades que se localizan en la RE presentan una textura fina, la susceptibilidad a la erosión disminuye a una condición baja, similar a la que presenta el resto de unidades en la RE, como las de arenosol y phaeozem, que independientemente de su textura suelen presentar una baja susceptibilidad a la erosión, lo cual aunado a que en la RE predominan terrenos con bajas pendientes y en aquellas áreas en las que las pendientes son mayores presentan cobertura vegetal, existe una predominancia de áreas sin erosión evidente, siendo la erosión hídrica laminar en grado leve el único tipo de erosión que se reporta en la RE (4.78 %).

De acuerdo con lo anterior, el componente suelo, en cuanto a su fertilidad, presenta modificaciones moderadas a altas en las unidades de luvisol y phaeozem debido a su aprovechamiento agrícola, mientras que, en el resto de las unidades, incluyendo los arenosoles (36.3 % de la RE y 42.5 % del AP), sus alteraciones o modificaciones son mínimas, aunque por su naturaleza su fertilidad es baja. Con respecto a alteraciones por erosión hídrica o eólica, estas son escasas ya que la erosión que se presenta principalmente es en un grado leve, predominando en la RE las áreas definidas como sin erosión.

Agua

En la RE se presentan 82.83 km de corrientes de agua, de las cuales 28.07 km son de tipo perenne y 54.76 km de tipo intermitente, sin encontrarse corrientes de agua dentro del AP. Además de las corrientes de agua, se localizan 15 cuerpos de agua de tipo intermitente y 11 cuerpos de agua de tipo perenne, siendo la laguna San Julián el cuerpo de agua de mayor importancia con una superficie de 110.74 ha. En el AP no se localizan cuerpos de agua.

De acuerdo con la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA) la laguna San Julián presenta altos contenidos de materia orgánica, mientras que de acuerdo con el análisis de imágenes de satélite históricas, los cuerpos de agua en la RE, en su mayoría se identifican con problemas de eutrofización, condiciones que se pueden inferir por el uso de agroquímicos para el desarrollo de los cultivos agrícolas y en menor medida por el transporte de sedimentos provenientes de las extensas áreas agrícolas y pecuarias que se encuentran en la RE y de aquellas áreas sin cobertura vegetal como áreas desprovistas de vegetación y áreas en proceso de cambio de uso de suelo a agrícola, pecuarios o urbanos, además de áreas con vegetación que presentan sobrepastoreo o algún otro tipo de alteración que ha reducido su cobertura vegetal. En la RE además se identifican que actividades como el desarrollo agrícola, caminos y aprovechamientos de materiales pétreos, provocan ciertas interrupciones o desvíos en las trayectorias naturales de las

Consulta al Público

corrientes de agua, así como cambios en la capacidad de transporte de los flujos de agua o de su almacenamiento. Este tipo de problemática indican alteraciones o modificaciones de altas a moderadas en la calidad del agua, mientras que en el patrón de drenaje superficial son moderadas principalmente, siendo las mayores afectaciones en las áreas agrícolas.

Con respecto al agua subterránea, el acuífero Costera de Veracruz sobre el que se encuentra la RE se encuentra sobrexplotado, siendo el uso del agua principalmente para la agricultura (35.2 %) y para uso público – urbano (33.5 %), debido a ello, en cuestiones de cantidad del recurso agua este se considera como altamente limitante en la RE.

Vegetación

En la RE los usos antrópicos son los predominantes, lo que ha reducido la presencia de cobertura vegetal nativa al 34.6 % de la superficie de la RE, vegetación correspondiente principalmente a selva baja caducifolia en una condición secundaria arbustiva.

En el AP, la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia es el único tipo de vegetación nativa que se presenta, ocupando una superficie de 191.01 ha (46.9 % del AP), en el que de acuerdo con los muestreos de campo realizados para su caracterización se identificó que, este tipo de vegetación muestra evidentes signos de deterioro debido principalmente al impacto de las actividades ganaderas y agrícolas, lo que ha provocado que la diversidad de especies en sus estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo sea media y en el estrato de cactáceas sea bajo y que dentro de su composición florística se presenten especies exóticas y exóticas – invasoras: *Commelina sp.* (hierba del sapo), *Megathyrsus maximus* (privilegio), *Momordica charantia* (cunde amor) y *Mucuna pruriens* (picapica). Además, en la composición florística no se presentan especies bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las condiciones presentes en la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia del AP, se identificaron igualmente dentro de la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia de la RE que se localiza aledaña a las áreas pecuarias y agrícolas, es decir, se tiene una diversidad media y baja en sus estratos, con presencia de especies exóticas o exóticas – invasoras, y sin especies en estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (únicamente se localizó un individuo de *Cedrela odorata* el cual es catalogado como Sujeta a protección especial). Sin embargo, de acuerdo con observaciones realizadas en campo durante los muestreos de flora y a través de imágenes de satélite se identificó que la selva baja caducifolia que se presenta al noreste de la RE presenta mejores condiciones de conservación, debido a que en estas áreas la influencia tanto de las actividades pecuarias como agrícolas es mínima o nula, por lo que la mayoría de estas

Consulta al Público

áreas fueron identificadas con calidad alta en apartados posteriores, mientras que de acuerdo con Equihua *et al.* (2021) estas áreas presentan una integridad ecosistémica baja a moderada con presencia de áreas con integridad ecosistémica alta. Las áreas de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia tanto en el AP como en la RE que se ubican aledañas a áreas pecuarias y agrícolas, fueron identificadas con una calidad media mientras que Eqhihua *et al.* (2021) las define con una integridad ecosistémica predominantemente baja.

Fauna

Los muestreos realizados en el AP indican la presencia de 8 especies de mamíferos, 66 especies de aves y 5 especies de reptiles, sin presentarse registros de anfibios, mientras que con respecto a la diversidad esta fue baja tanto en mamíferos como en reptiles, mientras que en aves fue alta. En el caso de la RE, se identificaron 10 especies de mamíferos, 68 de aves, 7 de reptiles y 1 de anfibios, con una diversidad media en mamíferos, alta en aves, y baja en herpotafauna. Las especies presentes con alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se identificaron principalmente en la RE con 11 especies: *Amazona autumnalis* (Loro Cachetes Amarillos) y *Herpailurus yagouaroundi* (Jaguarundi) en la categoría de Amenazadas (A); *Micrurus diastema* (Serpiente coralillo del sureste), *Ctenosaura acanthura* (Iguana de cola espinosa del Golfo), *Rostrhamus sociabilis* (Gavilán Caracolero), *Cathartes aura* (Zopilote Aura), *Cathartes burrovianus* (Zopilote Sabanero), *Falco peregrinus* (Halcón Peregrino), *Psarocolius montezuma* (Oropéndola de Moctezuma) y *Eupsittula nana* (Perico Pecho Sucio) en la categoría de Sujetas a protección especial (Pr); y *Leopardus pardalis* (Ocelote) en la categoría de En peligro de extinción (P). En el AP las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 correspondieron a: Herpailurus yagouaroundi (Jaguarundi) en la categoría de Amenazadas (A); *Ctenosaura acanthura* (Iguana de cola espinosa del Golfo), *Cathartes aura* (Zopilote Aura), *Cathartes burrovianus* (Zopilote Sabanero), *Falco peregrinus* (Halcón Peregrino), *Tachybaptus dominicus* (Zambullidor Menor), y *Eupsittula nana* (Perico Pecho Sucio) en la categoría de Sujetas a protección especial (Pr).

Con los resultados obtenidos, se define que el AP presenta una menor riqueza y diversidad en todos los grupos faunísticos que en la RE, siendo evidente la alta transformación que se presenta en el AP y sus alrededores, debido a que la ganadería y la agricultura han generado fragmentación en los hábitats, pérdida de cobertura vegetal y alteración de los recursos disponibles, así como competencia con fauna domestica como *Bos taurus* (ganado vacuno), lo que afecta negativamente a la fauna silvestre, mientras que en la RE, principalmente las áreas ubicadas al noreste, estas mantienen grandes superficies continuas con vegetación nativa y de alta densidad,

Consulta al Público

que en conjunto con una menor presión antrópica representan hábitats de mejor calidad o integridad ecosistémica para la fauna silvestre.

III.6.1. Indicadores ambientales enfocados a la salud del ambiente

En la **Tabla III-48** se identifican los principales indicadores ambientales por componente ambiental para definir la salud del ambiente que se presenta en la RE y el AP.

Tabla III-48 Indicadores ambientales para la definición de la salud del ambiente

Componente ambiental	Indicador ambiental	Salud del componente ambiental
Clima – Calidad del aire	– Índice de antropización (relación cobertura natural/cobertura antrópica)	– De acuerdo con el análisis de los usos de suelo y vegetación del INEGI (2018), en la RE por cada hectárea de cobertura vegetal se tienen 7.4 ha de cobertura antrópica, lo que indica una alta antropización. De las coberturas antrópicas, las correspondientes a la agricultura son las de mayor distribución con 11,788.89 ha, por lo que se prevé en la RE una alta emisión de partículas suspendidas principalmente durante actividades de preparación del terreno para el establecimiento de los cultivos, mientras que las 837.70 ha categorizadas como asentamientos humanos reflejarían áreas de concentración de emisiones de gases y humos por vehículos e industria.
Suelo	– Forma y grado de afectación del suelo por erosión	– La mayor parte de los suelos que se presentan en el AP y la RE no presentan erosión evidente (INEGI, 2014), identificándose únicamente el 4.8 % de los suelos de la RE la presencia de erosión hídrica laminar en grado leve. Debido a ello se puede considerar que la salud de los suelos es buena.
Agua – Calidad	– Presencia de sedimentos o materiales suspendidos / eutrofización en cuerpos de agua	– De acuerdo con la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA) la laguna San Julián presenta altos contenidos de materia orgánica (DQO = 114.5 mg/L), mientras que de acuerdo con el análisis de imágenes de satélite históricas, los cuerpos de agua en la RE, en su mayoría se identifican con problemas de eutrofización, por lo que la salud del agua en este tipo de elementos es principalmente mala.
Uso del suelo y vegetación	– Condición de la cobertura vegetal (condición primaria y/o secundaria) – Diversidad – Presencia de especies en categoría de riesgo	– El 100 % de la vegetación natural corresponde a una condición secundaria. – La diversidad en la RE y AP para el estrato arbóreo es media, mientras que en arbustivas, cactáceas y herbáceas es predominantemente baja. – En la RE se identificó una sola especie catalogada como Sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. – De acuerdo con los indicadores la salud de la vegetación se podría catalogar como mala a regular.
Fauna	– Diversidad – Presencia de especies en categoría de riesgo	– La diversidad en mamíferos y herpetofauna son predominantemente bajas, mientras que en el caso de aves la diversidad es alta. – En la RE se identificaron once especies bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que en el AP se identificaron siete especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. – De acuerdo con los indicadores la salud de la fauna es mala a regular.

Consulta al Público

III.6.2. Calidad ecológica

Para la determinación de la calidad ecológica en la RE y el AP, se utilizó la metodología propuesta por la SEMARNAP *et al.* (2000), para la cual, en la **Tabla III-49** se presentan los criterios utilizados para definir los niveles de calidad ecológica, considerando que la calidad ecológica es una condición que se refiere al mantenimiento de los elementos y procesos geoecológicos dentro de un

ecosistema o unidad natural determinada; de tal manera que, cuando se introduce un agente de presión que deteriora cierto recurso, se modifica la estructura de los elementos y ciertos procesos se ven modificados, lo que reduce su calidad.

Tabla III-49 Criterios para determinar la calidad ecológica

Componente	Nivel de calidad				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
Vegetación	Vegetación en buen estado de conservación	Vegetación tendiente a la vegetación secundaria	Vegetación tendiente al agropecuario	Vegetación tendiente al agropecuario	Vegetación tendiente al agropecuario
	y	y/o	y/o	y/o	y
Sobrepastoreo	Sin sobrepastoreo	Áreas sobrepastoreadas	Áreas Sobrepastoreadas	Áreas sobrepastoreadas	Áreas sobrepastoreadas
	y	y/o	y/o	y/o	y
Suelo	Cualquier tipo de suelo que no presente erosión	Cualquier tipo de suelo que no presente erosión	Cualquier tipo de suelo con erosión	Cualquier tipo de suelo con erosión	Cualquier tipo de suelo con erosión
	y	y/o	y/o	y/o	y
Contaminación de agua superficial	Sin deterioro por contaminación	Con evidencias de deterioro por contaminación	Con deterioro o con deterioro importante por contaminación	Con deterioro o con deterioro importante por contaminación	Con deterioro o con deterioro importante por contaminación
	No presenta	No presenta	Puede presentar	Puede presentar	Puede presentar
Acuíferos	Acuíferos sobreexplotados	Acuíferos sobreexplotados	Acuíferos sobreexplotados	Acuíferos sobreexplotados	Acuíferos sobreexplotados
Comentarios	Sin limitantes leves ni severas	1-3 limitantes leves (no presenta erosión ni contaminación importante)	1-2 lim. Severas hasta 3 lim. Leves	3 lim. severas 0-3 lim. leves	4 limitantes severas 0-1 limitantes leves

De acuerdo con la SEMARNAP *et al.* (2000), un criterio importante para la estructuración y la determinación de las clases de calidad ecológica es la ponderación de las limitantes que reducen esta calidad, tomando como base los tipos posibles de deterioro, y para lo cual se definen dos tipos de limitantes:

Leves: son aquellas que tienen pocas repercusiones en el sistema, y se pueden controlar mediante técnicas sencillas. Se definen como limitantes leves a la sobreexplotación de acuíferos, la presencia de vegetación tendiente a la secundaria y la presencia de aguas superficiales con evidencias de deterioro.

Severas: son las que afectan las condiciones estructurales del sistema y en ocasiones constituyen condiciones irreversibles. Es posible controlarlas mediante técnicas, pero requieren de insumos y costos elevados. Se definen como limitantes severas la sustitución de vegetación natural por áreas agropecuarias; la presencia de erosión severa, el

Consulta al Público

sobrepastoreo y las aguas superficiales con deterioro y con deterioro importante por contaminación.

Considerando como base el tipo y el número de limitantes, se obtienen cinco clases de calidad ecológica, las cuales se describen a continuación:

Muy alta: El sistema mantiene prácticamente todos los elementos y procesos naturales de los ecosistemas, con una mínima perturbación humana que no se manifiesta en la información utilizada. Esta clase se presenta cuando no existe ninguna limitante, es decir existen simultáneamente suelos sin erosión severa y sin sobrepastoreo, escurrimientos sin deterioro por contaminación (sin presencia de coliformes fecales, aguas residuales, eutroficación o por alta intensidad de uso); acuíferos subexplotados; y vegetación conservada sin vegetación secundaria ni áreas agropecuarias.

Alta: El sistema mantiene sus recursos en buen estado, sin embargo, presenta algunos problemas leves que reducen ligeramente la calidad, como presencia de vegetación secundaria y/o escurrimientos con algunas evidencias de deterioro, poco significativos. No se presentan problemas de sobreexplotación ni de erosión severa. Los elementos naturales se sustituyen ligeramente, y se presentan modificaciones leves en los procesos naturales.

Media: Es cuando el sistema logra compensar la presión ejercida por el hombre. Existen cambios importantes dentro de la estructura y ciertos procesos naturales se ven afectados; sin embargo, en muchas ocasiones son posibles los procesos de reversibilidad y con acciones de mejoramiento se puede incrementar el nivel de calidad. Las zonas con esta categoría pueden presentar áreas agropecuarias, o erosión severa, o sobrepastoreo, o un deterioro importante por contaminación en el agua superficial. Puede o no presentar sobreexplotación de los acuíferos.

Baja: Los procesos de deterioro son ya agudos, y se requieren de fuertes insumos (humanos, técnicos y financieros) para su rehabilitación. Presentan alteraciones estructurales importantes, y es posible la desaparición absoluta de algún elemento (suelo, biota o agua); al mismo tiempo se presentan alteraciones en los ciclos regulares del sistema, provocando reacciones negativas en cadena sobre otros elementos dentro o fuera del área. Las áreas con esta categoría pueden presentar los siguientes problemas: erosión severa y deterioro de aguas superficiales por contaminación; erosión severa en áreas agropecuarias; y áreas agropecuarias con deterioro de aguas superficiales por contaminación.

Además, cada uno de los casos anteriores puede presentar acuíferos con alto grado de explotación y sobrepastoreo.

Consulta al Público

Muy baja: Tienen alteraciones de sus elementos naturales o algunos de éstos han sido eliminados en su totalidad. Los procesos biogeoquímicos han sido severamente modificados y ocasionan reacciones negativas en cadena que causan afectaciones dentro y fuera de sus límites. En la mayoría de las veces, la condición del área es irreversible, y para restaurar el área se requieren insumos muy costosos, además de reducir las posibilidades inmediatas de aprovechamiento.

Estas zonas presentan un deterioro significativo en todos sus recursos naturales: no presentan vegetación natural o ésta se presenta de manera muy alterada, tienen problemas de contaminación significativos en el agua superficial y en ocasiones también el agua subterránea se encuentra en una condición de sobreexplotación; además, presentan fuertes niveles de erosión y de sobrepastoreo en sus suelos.

De acuerdo con los criterios para la definición de la calidad ecológica propuesta por SEMARNAP *et al.* (2000), en la RE se identifican principalmente las siguientes condiciones:

Vegetación: predominantemente vegetación secundaria (arbustiva) y alta presencia de áreas agropecuarias.

Sobrepastoreo: en los pastizales cultivados y algunas áreas con vegetación secundaria (arbustiva) se observaron afectaciones por el sobrepastoreo del ganado.

Suelos: la mayoría de los suelos en el AP y la RE no presentan erosión evidente, mientras que aquellos en los que existe erosión su grado de afectación es principalmente leve.

Contaminación de agua superficial: los cuerpos de agua presentan problemas de eutrofización, reportándose altos contenidos de materia orgánica en la laguna San Julián.

Acuíferos: el acuífero Costera de Veracruz no cuenta con disponibilidad de agua subterránea.

Considerando lo anterior, se presentan limitantes leves y severas en la RE, por lo que el nivel de calidad ecológica es de Muy baja a Alta siendo predominante una calidad ecológica Media (**Figura III-91**).

Consulta al Público

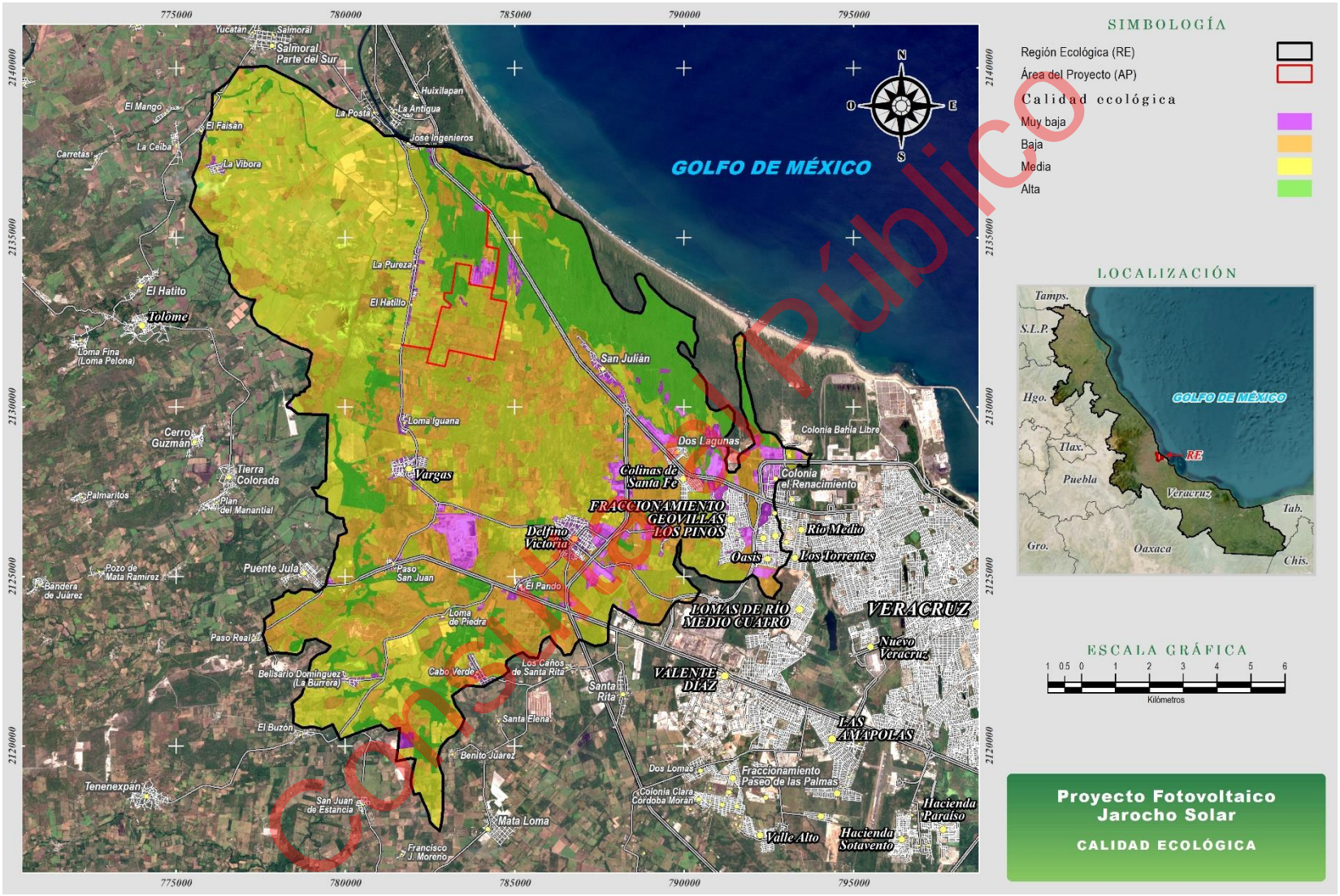


Figura III-91 Calidad ecológica en la RE

Consulta Público

La calidad Muy Baja que se presenta en la RE corresponde principalmente a los usos de suelo "Urbano y construido" y "Áreas desprovistas sin vegetación", debido a que en estos usos ha sido eliminada en su totalidad la vegetación y en algunos de sus componentes ambientales se presentan importantes alteraciones o aprovechamientos que, en la mayoría de las veces, la condición del área es irreversible, y para restaurar el área se requieren insumos muy costosos. En la RE, predomina una calidad ecológica Media, en la cual se presentan de 1 – 2 limitantes severas (principalmente sustitución de vegetación por áreas agropecuarias, aguas superficiales con deterioro por contaminación, o presencia de sobrepastoreo) y hasta 3 limitantes leves (principalmente presencia de acuíferos sobreexplotados, vegetación en condición secundaria y evidencias de deterioro de agua superficial por contaminación).

La mayor calidad ecológica en la RE corresponde a la categoría Alta, la cual se distribuye principalmente en la porción noreste, en donde se mantienen áreas con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia en las que es mínima o inexistente la presencia de erosión, el sobrepastoreo y la contaminación en aguas superficiales.

Considerando que el nivel de calidad ecológica en la RE es predominantemente Media, y que de acuerdo con las definiciones de las categorías establecidas por la SEMARNAP *et al.* (2000) en el que se indica que en esta categoría el sistema logra compensar la presión ejercida por el hombre, y con base en lo dispuesto en el artículo 3o, fracción III de la Ley General de Vida Silvestre que indica que la capacidad de carga es la "Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico", se considera que, en aquellas áreas con calidad ecológica Media y Alta, no se ha rebasado su capacidad de carga, es decir, las alteraciones de sus componentes por la presión ejercida por las actividades del hombre no han impedido que ésta de manera natural se recupere, tal es el caso de la presencia de vegetación secundaria, la cual es un proceso de sucesión natural que surge como respuesta a la recuperación de las áreas ante agentes de perturbación.

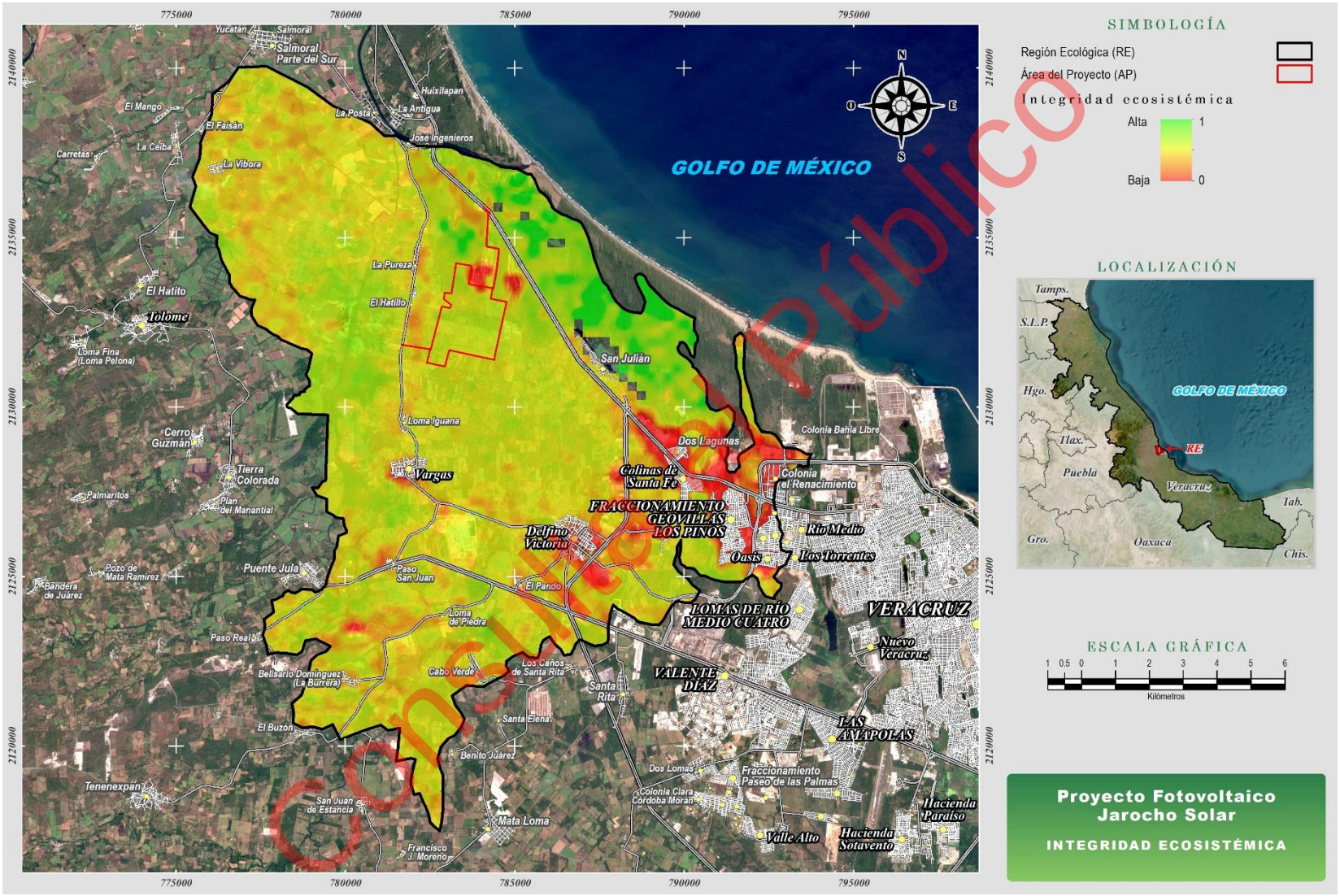
En relación con la integridad funcional en la RE, Equihua *et al.* (2021), en su mapa de Integridad Ecosistémica 2018, establece la relación entre las características abióticas (climático-geográficas) y bióticas (principalmente de la estructura de la cobertura vegetal) con la condición de los ecosistemas, utilizando para ello datos obtenidos directamente en campo (Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2018) y datos provenientes de sensores remotos (mapas generados por la CONABIO dentro del programa MAD-MEX de la Cobertura de Suelo para todo México), obteniendo

Consulta al Público

con ello una valoración espacialmente explicita de la integridad de los ecosistemas terrestres en México, con base en la cual, se determinó que en la RE la menor integridad se presenta en los usos de suelos antrópicos, en el que el correspondiente a "Urbano y construido" se identifican las menores valoraciones (0, integridad baja o nula), mientras que en las áreas agropecuarias los valores son en promedio de 0.29 (integridad baja). En el caso de las áreas de selva más conservadas se presentan valores máximos de 0.94 (integridad alta o máxima), sin embargo los valores son en promedio de 0.38 (integridad baja a moderada), mientras que en las áreas de selva degradada los valores son en promedio de 0.31 (integridad baja) con valores máximos de 0.81 (integridad alta) [**Figura III-92**].

La integridad ecosistémica obtenida en la RE, indica el que en la mayor parte de las superficies las redes de interacciones en los ecosistemas son mínimas, presentándose modificaciones en su estructura y composición que han provocado que dichas interacciones no sean las que se esperarían en un hábitat totalmente natural o conservado.

Consulta al Público



Consulta Público

Figura III-92 Integridad ecosistémica en la RE

III.6.3. Vulnerabilidad al cambio climático

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2026), en los municipios en los que se encuentra la RE tienen en la actualidad una vulnerabilidad de sus asentamientos humanos a los deslaves categorizada como media (Veracruz, Paso de Ovejas y Manlio Fabio Altamirano) y baja (La Antigua). Para la mayoría de los distintos escenarios de cambio climático del Atlas, la vulnerabilidad de los asentamientos humanos por deslaves se mantendrá con respecto a su condición actual en los municipios de La Antigua y Veracruz, mientras que en los municipios de Paso de Ovejas y Manlio Fabio Altamirano su vulnerabilidad se reducirá de media (condición actual) a baja. En el caso de la vulnerabilidad actual de los asentamientos humanos por inundaciones, en el municipio de Veracruz es alta, y en los municipios de La Antigua, Paso de Ovejas y Manlio Fabio Altamirano es media, manteniéndose en la mayoría de los distintos escenarios propuestos la misma vulnerabilidad que actualmente presentan cada uno de los municipios en los que se encuentra la RE.

Con respecto a la biodiversidad, en el Explorador de cambio climático y biodiversidad (ECCBio) [CONABIO *et al.*, 2025], se indica que la RE no se encuentra en zonas de estabilidad climática para el periodo 2015 – 2039 bajo escenarios de moderada emisión (RCP 4.5) y escenarios de alta emisión (RCP 8.5). Las zonas de estabilidad climática son áreas menos propensas a experimentar cambios en el clima, por lo que, al no encontrarse dentro de la RE se intuye que durante ese periodo las especies de flora y fauna silvestre estarán sujetas a cambios en las condiciones climáticas.

III.7. PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES

Como se mencionó en el apartado de **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL** las principales problemáticas ambientales identificadas en la RE corresponden a:

- Degradación de suelos
- Contaminación del agua superficial
- Sobreexplotación de mantos acuíferos
- Expansión de la frontera pecuario y agrícola
- Pérdida, alteración y fragmentación de vegetación nativa
- Presencia de especies de flora y fauna oportunistas

Consulta al Público

III.8. REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS

En la **Tabla III-50** se presenta el reporte general de incidencias del Proyecto.

Tabla III-50 Incidencia del Proyecto

Incidencia	Elemento del Proyecto que incide	Superficie de incidencia (m²)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
Áreas naturales protegidas	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC)	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Sitios Ramsar	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Humedales	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Manglar	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)	Todos los componentes del Proyecto.	4,074,520	100.00
Regiones terrestres prioritarias (RTP)	Camino de acceso.	14,633	0.36
Regiones hidrológicas prioritarias (RHP)	Todos los componentes del Proyecto.	4,074,520	100.00
Regiones marinas prioritarias (RMP)	Caminos de acceso, área de módulos fotovoltaicos, área de tránsito temporal, y áreas sin afectación.	84,088	2.06
Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00
Corrientes y cuerpos de agua	Sin incidencia del Proyecto.	0.00	0.00

Consulta al Público

III.9. FUENTES CONSULTADAS

Adams, A. M., M. K. Jantzen, R. M. Hamilton, y M. B. Fenton. 2012. Do you hear what I hear? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. Methods in Ecology and Evolution. 3:992-998.

Aguirre. Z. 2013. Guía de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 74 pp.

Álvarez, M., S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, H. Villareal. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A.

Aranda, M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F., México. 255 pp.

Berlanga, H., Rodríguez-Contreras, V., Oliveras de Ita, A., Escobar, M., Rodríguez, L., Vieyra, J., Vargas, V. 2008. Red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO.

Ceballos, G. Y Oliva G. (Coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. 986 pp.

Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). 2002. The CITES Appendices I, II and III. Ginebra, Suiza. Consultado en: https://cites.org/eng

CITES. s.f. Apéndices de CITES. Recuperado 03 de febrero de 2026, de https://cites.org/esp/app/index.php

Colwell, R. K. 2019. Statistical estimation of species richness and shared species from samples EstimateS V. 9.1. 0 University of Connecticut, Storrs. Recuperado el 11 de febrero de 2026 de: https://www.robertkcolwell.org/pages/1407-estimates

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2024. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero costera de Veracruz (3006), estado de Veracruz. 45 p.

CONAGUA. 2024. Sistema Nacional de Información del Agua (SINA versión 3.0). CDMX, México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2024. Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS). Datos del Inventario. Principales indicadores forestales: Ciclo 2004-2009; Ciclo 2009-2014; Ciclo 2015-2020. Consultado en: https://snmf.cnf.gob.mx/datos-del-inventario/

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2020a. Población total, índice y grado de rezago social, según municipio, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2020. Ciudad de México.

CONEVAL. 2020b. Indicadores de pobreza por municipio. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020. Ciudad de México.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2021. Indicadores sociodemográficos e índice de marginación por municipio, 2020. Estimaciones de CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (comp.) 2026a. Catálogo Taxonómico de la Biota en México. Base de datos SNIB-CONABIO, México.Recuperado el 28 de enero de 2026 de: https://www.snib.mx/

CONABIO. 2026b. Explora por región: La Antigua, Veraruz. En EncicloVida. Recuperado el 03 de febrero de 2026 de: https://enciclovida.mx/explora-por-region?utf8=%E2%9C%93&nombre_region=La%20Antigua%2C%20Veracruz&region_id=2163&tipo_region=municipio&pagina=1#11/19.3176/-96.2029

Consulta al Público

CONABIO. 2026c. Explora por región: Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. En EncicloVida. Recuperado el 03 de febrero de 2026 de: https://enciclovida.mx/explora-por-region?utf8=%E2%9C%93&nombre_region=Sistema%20Arrecifal%20Veracruzano%2C%20Parques%20nacionales&region_id=143&tipo_region=anp&pagina=1#10/19.1530/-95.7836

CONABIO. 2026d. Explora por región: Paso de Ovejas, Veracruz. En EncicloVida. Recuperado el 03 de febrero de 2026 de: https://enciclovida.mx/explora-por-region?utf8=%E2%9C%93&nombre_region=Paso%20de%20Ovejas%2C%20Veracruz&region_id=2108&tipo_region=municipio&pagina=1#11/19.2573/-96.3724

CONABIO. 2026e. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, SNIB. (2026). https://enciclovida.mx

CONABIO. 2025a. Compilación de fonoteca de referencia de murciélagos insectívoros de México: Fase I. Recuperado el 11 de febrero de 2026 de: https://www.snib.mx/iptconabio/resource?r=SNIB-ME004

CONABIO. 2025b. Mamíferos del Estado de Veracruz. Base de datos SNIB-CONABIO, México. Recuperado el 04 de febrero de 2026 de: http://ipttest.conabio.gob.mx/iptconabiotest/resource?r=SNIB-A026&request_locale=es

CONABIO. 2024. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Registros de ejemplares, México. Consultado en: https://www.snib.mx/

CONABIO. 2015. AICA. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. AvesMX. Recuperado el 28 de enero de 2026, de Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad: http://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

CONABIO. 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México D.F. Recuperado el 03 de febrero de 2026 de: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/GM30.html?cnb:tooltip=Criterios%20y%20caracterizaci%C3%B3n&cnb:preview=images/manglarsitios/GM30_s.jpg

Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, Sección Mexicana (CIPAMEX) – CONABIO. 2015. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, escala 1:250000. Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).2026. Sistema nacional de información sobre riesgos. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

CENAPRED.2022. Sistema nacional de información sobre riesgos. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

Consulta al Público

Díaz, A. y E. Payán. 2012. Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia. 32 pp.

De la Hoz, F.M., Oliet, J. A., Abellanas, B., Cuadros, S., Fernández, P. y Zamora, R. 2004. Manual de Ordenación de Montes de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 357 pp.

eBird. 2026. eBird: Explore a birding hotspot. Obtenido el 03 de febrero de 2026 de https://ebird.org/home

Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los Estimadores no paramétricos de Chao. Elementos: ciencia y cultura, no. 052, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 53-56 pp.

Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) y Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). 2005. Delimitación Nacional de Microcuencas. Cartografía 1:20 000. Fideicomiso de Riesgo Compartido-Universidad Autónoma de Querétaro. Cartografía en shapefile, México D.F.

Flores-Villela, O., Pérez-Higareda, G., Vogt, R. C. & Palma-Muñoz, M. 1987. Claves para los géneros y las especies de anfibios y reptiles de la región de los Tuxtlas. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.researchgate.net/publication/256375466_CLAVES_PARA_LOS_GENEROS_Y_LAS_ESPECIES_DE_ANFIBIOS_Y_REPTILES_DE_LA_REGION_DE_LOS_TUXTLAS

García, E.1998. Climas, escala 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Mexico.

González, A. J. X., Garza, J. M., & Balderas, C. J. 2021. Manual de identificación de la herpetofauna de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, MX. 60p.

Guzmán, S. 2011. Anfibios y reptiles de Veracruz: Guía ilustrada. Gobierno del Estado de Veracruz, Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología.

Howell, S. y Webb, S. 2010. The birds of Mexico and Central America. Oxford University Press. EUA. 851 pp.

iNaturalist México. (s. f.). iNaturalist. Recuperado el 03 de febrero de 2026, de https://mexico.inaturalist.org/

International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2026. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2026-1. Consultado en junio de 2026 en: https://www.iucnredlist.org.

Consulta al Público

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2023. Conjunto de datos vectoriales de información topográfica a escala 1:50 000.

INEGI. 2021a. Censo de Población y Vivienda 2020. Tabulados del Cuestionario Básico.

INEGI.2021b. Censo de Población y Vivienda 2020. Tabulados del Cuestionario Ampliado.

INEGI. 2021c. Conjunto de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50 000, 2021.

INEGI. 2021d. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VI. Aguascalientes, Méx.

INEGI. 2022. Diccionario de datos de uso del suelo y vegetación: escala 1:250 000: versión 2 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI.

INEGI. 2015. Guía para la interpretación de cartografía Edafología Escala 1:250 000 Serie III. 60 p.

INEGI. 2018. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Conjunto Nacional. Aguascalientes, México.

INEGI. 2024. Conjunto de datos vectorial edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo nacional. Aguascalientes, México.

INEGI.2020. Diccionario de datos zonas hidrogeológicas de México / Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

INPI. 2020a.Sistema Nacional de Información y Estadística sobre los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, con base en: INEGI. Censo de Población y Vivienda. ITER con población indígena en hogares según la metodología del INPI.

INPI. 2020 b. Población autoadscrita indígena y afromexicana e indígena en hogares con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.

Jiménez, A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. 8:152.

Jones, C., W. J. Mcshea, M. J. Conroy, y T. H. Kunz. 1996. Capturing mammals. Pp. 115-273 in Measuring and monitoring biologycal diversity standard methods for mammals. (Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, y M. S. Foster, eds). Smithsonian Institution Press. Washington, EE.UU.

Jones, G., Jennings, N. & Parsons, S. 2000. Acoustic identification of bats from directly sampled and time expanded recordings of vocalizations. Acta Chiropterologica. 2. 155-170.

Consulta al Público

Karanth, K.U., J.D. Nichols y N.S. Kumar. 2004. Photographic sampling of elusive mammals in tropical forest. Pp 229-247. En: Thomson W.L. (ed.). Sampling rare or elusive species. Island Press.Whashington.

Magurran, A. E. 2004. Measuring Biological Diversity, Blackwell, Oxford.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. Nueva Jersey, EE.UU. 179 pp.

Mammal Diversity Database. 2026. Mammal Diversity Database (Version 2.4). Zenodo. https://www.mammaldiversity.org/

Margalef, R. 1972. Homage to E. Hutchison, or why is there an upper limit to diversity. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences 44: 21-235.

Margalef, R. 1958. Information Theory in Ecology. General Systems, 3, 36-71.

Miller, B.W. 2001. A method for determining relative activity of free flying bats using a new activity index for acoustic monitoring. Acta Chiropterologica, 3:93-105.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Moreno, P. y Paradowska, K. 2009. Especies útiles de la selva baja caducifolia en las dunas costeras del centro de Veracruz. *Madera y bosques*, *15*(3), 21-44. Recuperado en 13 de julio de 2026, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712009000300002&lng=es&tlng=es.

Mostacedo, B. y Fredericksen, T.S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Bolivia. 93 pp.

National Geographic Society. 2010. Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. Washington, DC. EU. 480 pp.

Niembro, A., Vázquez M. y Sánchez, O. 2010. Árboles de Veracruz. 100 especies para la reforestación estratégica

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad, México. Consultado el 20 de julio de 2025 en: https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf

Rodríguez, J., Sampayo, S., Bautista, H., y Sánchez, F. (2024). Distribución potencial de Cedrela odorata y análisis de costos de conservar semillas de poblaciones vulnerables al cambio climático en México. *Bosque (Valdivia)*, *45*(3), 447-459.

Romahn, C. y Ramírez, H. 2010. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. México. 312 pp.

Consulta al Público

SEDESOL. 2021. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave, Veracruz, México.

SEMARNAT. 2026. Guía para la presentación y entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental. México.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión. Diario Oficial de la Federación. 14 de noviembre de 2019, Segunda Sección. México, DF.

SEMARNAT. 2019. MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5578808

Sibley, D. 2009. The Sibley field guide to birds of Eastern North America. National Audubon Society. Alfred A. Knopf. New York, EUA. 432 pp.

Soriano, M.C.E. 2007. Anfibios y reptiles de los municipios de Amatlán y Cervantes, Veracruz y sus aspectos etnoherpetologicos [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Dirección General de Bibliotecas y Servicios digitales de Información, UNAM. https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/pd2008/0624104/0624104.pdf

Quinto L., Martínez P., Pimentel L. y Rodríguez D. S.A. Cedrela odorata L. (Meliaceae). https://rngr.net/publications/semillas-de-especies-forestales/monografias/cedrela-odorata-l.-meliaceae/at_download/file

Torres-Hernández, L. A., A. Ramírez-Bautista, R. Cruz-Elizalde, U. Hernández-Salinas, C. Berriozabal-Islas, D. L. DeSantis, J. D. Johnson, A. Rocha, E. García-Padilla, V. Mata-Silva, L. A. Fucsko and L. D. Wilson. 2021. The herpetofauna of Veracruz, Mexico: Composition, distribution, and conservation status. Amphibian & Reptile Conservation 15(2):72-155.

Uetz, P. & Hošek, J. (Eds.). 2025. The Reptile Database. Recuperado el 03 de febrero de 2026 de: http://www.reptile-database.org/

Consulta al Público

Vergara A., Zárate J., De la Calleja A. y Jiménez A. 2000. Carta geológico-minera Veracruz E14-3, escala 1:250,000 estados de Veracruz, Puebla y Tlaxcala.

Vergara A., Zárate J., De la Calleja A. y Jiménez A. 2001. Informe de la carta geoquímica Veracruz E14-3 escala 1:250,000 estados de Veracruz, Puebla y Tlaxcala. Tomo II.

Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina Y A.M. Umaña. Segunda edición. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Vázquez M. 2017. Árboles tropicales de Veracruz / Mario Vázquez Torres, Jaqueline Campos Jiménez, Mauricio Juárez Fragoso. Primera edición. Xalapa, Veracruz, México: Universidad Veracruzana.

Wilson, D., R. Cole, J. Nichols R. Rudran y M. Foster. 1996. Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. Washington y Londres.

Consulta al Público

Gestión Ambiental Biogeos

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

Consulta al Público

PROYECTO FOTOVOLTAICO
JAROCHO SOLAR

[redacted]

CONTENIDO

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN IV-1

IV.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES IV-1

IV.1.1. Identificación y caracterización diagramática de las acciones del Proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores de impactos IV-3

IV.1.1.1. Identificación de las acciones o actividades del Proyecto capaces de producir impactos IV-3

IV.1.1.2. Identificación de factores ambientales potencialmente receptores de impactos IV-5

IV.1.1.2.1. Definición y delimitación del entorno IV-6

IV.1.1.2.2. Identificación de los factores del medio susceptibles de recibir impactos IV-7

IV.1.2. Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones IV-9

IV.1.3. Evaluación de los impactos identificados mediante el método Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) IV-11

IV.1.3.1. Criterios de importancia para la evaluación IV-12

IV.1.3.2. Componentes de evaluación IV-15

IV.1.3.3. Interpretación de los resultados IV-16

IV.2. IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA IV-17

IV.3. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO IV-22

IV.3.1. Preparación del sitio y construcción IV-23

IV.3.1.1. Impactos Adversos IV-27

IV.3.1.1.1. Impactos Físico – Químicos (FQ) IV-27

IV.3.1.1.2. Impactos Biológico – Ecológicos (BE) IV-28

IV.3.1.1.3. Impactos Económico – Operacionales (EO) IV-29

IV.3.1.1.4. Impactos Sociológico – Culturales (SC) IV-29

IV.3.1.2. Impactos Positivos IV-30

IV.3.2. Operación y mantenimiento IV-30

IV.3.2.1. Impactos Adversos IV-33

IV.3.2.1.1. Impactos Físico – Químicos (FQ) IV-33

IV.3.2.1.2. Impactos Biológico – Ecológicos (BE) IV-34

IV.3.2.1.3. Impactos Sociológico – Culturales (SC) IV-34

IV.3.2.2. Impactos positivos IV-34

IV.3.2.2.1. Impactos Físico – Químicos (FQ) IV-34

Consulta al Público

IV.3.2.2.2. Impactos Económico – Operacionales (EO) IV-35
IV.3.3. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones IV-36
IV.3.3.1. Impactos Adversos IV-39
IV.3.3.1.1. Impactos Físico – Químicos (FQ) IV-39
IV.3.3.1.2. Impactos Económico – Operacionales (EO) IV-40
IV.3.3.1.3. Impactos Sociológico – Culturales (SC) IV-40
IV.3.3.2. Impactos Positivos IV-40
IV.3.3.2.1. Impactos Físico – Químicos (FQ), Biológico – Ecológicos (BE), Económico – Operacionales (EO), Sociológico – Culturales (SC) IV-40
IV.4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN IV-41
IV.4.1. Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración por factor ambiental IV-42
IV.4.1.1. Morfología IV-42
IV.4.1.2. Suelo IV-43
IV.4.1.3. Aire IV-47
IV.4.1.4. Agua IV-50
IV.4.1.5. Vegetación IV-51
IV.4.1.6. Fauna IV-52
IV.4.1.7. Infraestructura y servicios IV-53
IV.4.1.8. Población IV-54
IV.4.1.9. Valores culturales IV-55
IV.4.2. Medidas ambientales para los impactos de la etapa de Preparación del sitio y construcción IV-55
IV.4.3. Medidas ambientales para los impactos de la etapa de Operación y mantenimiento IV-68
IV.4.4. Medidas ambientales para los impactos de la etapa de Desmantelamiento y abandono de las instalaciones IV-74
IV.5. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y RESIDUALES IV-79
IV.6. MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y/O RESTAURACIÓN AMBIENTAL IV-82
IV.7. FUENTES CONSULTADAS IV-83

Consulta al Público

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV-1 Acciones del Proyecto que presumiblemente pueden generar impactos ambientales IV-5
Figura IV-2 Factores ambientales susceptibles de recibir impactos IV-8
Figura IV-3 Matriz de interacciones entre las Actividades del Proyecto y los Factores y Atributos ambientales potencialmente receptores IV-10
Figura IV-4 Ubicación de las principales obras que actualmente se desarrollan en la RE y que se relacionan con el Proyecto IV-18
Figura IV-5 Ubicación de las principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la RE y que podrían causar sinergias o acumulación con el Proyecto IV-19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV-1 Valoración del criterio Importancia de la condición (A1) IV-13
Tabla IV-2 Adecuación al Proyecto de la valoración del criterio Importancia de la condición (A1) IV-13
Tabla IV-3 Valoración del criterio Magnitud del cambio/efecto (A2) IV-14
Tabla IV-4 Valoración del criterio Permanencia (B1) IV-14
Tabla IV-5 Valoración del criterio Reversibilidad (B2) IV-14
Tabla IV-6 Valoración del criterio Acumulación (B3) IV-15
Tabla IV-7 Categorías de la Puntuación Ambiental (ES) de los impactos ambientales IV-16
Tabla IV-8 Impacto ambientales existentes en la Región Ecológica IV-20
Tabla IV-9 Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de preparación del sitio y construcción IV-24
Tabla IV-10 Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de operación y mantenimiento IV-31
Tabla IV-11 Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones IV-37
Tabla IV-12 Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración para la etapa de preparación del sitio y construcción IV-56
Tabla IV-13 Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración para la etapa de operación y mantenimiento IV-68
Tabla IV-14 Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración para la etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones IV-74
Tabla IV-15 Impactos ambientales del Proyecto identificados como adversos significativos, acumulativos, sinérgicos o residuales IV-79
Tabla IV-16 Medidas de compensación y/o restauración ambiental IV-82

Consulta al Público

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología empleada en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Regional (MIA-R) se basó en la combinación de métodos y procedimientos que siguen un enfoque progresivo, partiendo de un análisis general para luego profundizar en los aspectos particulares. Este enfoque permitió no solo identificar la presencia de un impacto ambiental específico, sino también evaluar su grado de significancia dentro del entorno que lo recibe, considerando factores como su intensidad, extensión, duración y reversibilidad. La determinación de la significancia de los impactos es un aspecto clave, ya que proporciona información fundamental para definir el tipo y la magnitud de las medidas de prevención, mitigación, restauración o compensación que deberán implementarse. Asimismo, la determinación de la significancia permite priorizar acciones en función de la gravedad de los impactos identificados, asegurando que se aborden de manera efectiva aquellos que representen un mayor riesgo para el medio ambiente y las comunidades involucradas.

La metodología adoptada integra herramientas cualitativas y cuantitativas, así como un enfoque multidisciplinario que considera las interacciones entre los componentes abióticos, bióticos, sociales y económicos del Área del Proyecto (AP) y la Región Ecológica (RE) en la que se ubica. De esta manera, se garantiza una evaluación integral y rigurosa, que no solo cumple con los requisitos normativos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental y al manejo responsable de los recursos naturales.

En este contexto, la metodología empleada consta de tres pasos fundamentales:

1. **Identificación y caracterización diagramática de las acciones del Proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales receptores de impactos:** En esta primera fase, se lleva a cabo un análisis detallado de las actividades y obras asociadas al Proyecto, identificando aquellas acciones que tienen el potencial de generar impactos ambientales. Paralelamente, se caracterizan los factores ambientales que podrían verse afectados, tales como el suelo, el agua, la biodiversidad, el aire, el paisaje y los aspectos socioeconómicos. Para facilitar la comprensión de estas interacciones, se elabora un diagrama que relaciona

Consulta al Público

de manera visual y estructurada las acciones del Proyecto con los componentes ambientales receptores. Esta representación gráfica permite una identificación clara y sistemática de las posibles fuentes de impacto y sus respectivos receptores, sentando las bases para un análisis más profundo.

2. **Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones:** En esta fase, se utiliza una matriz de interacciones que cruza las acciones del Proyecto con los factores ambientales identificados. Esta herramienta permite visualizar y priorizar los impactos más relevantes, tanto positivos como negativos, que podrían derivarse de la ejecución del Proyecto.
3. **Evaluación de los impactos identificados mediante el método Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM):** En la fase final, se aplica el método RIAM, una herramienta eficiente y estructurada que permite evaluar de manera sistemática los impactos identificados. Este método combina criterios cualitativos y cuantitativos para asignar un valor de significancia a cada impacto, considerando factores como su magnitud, extensión, duración, reversibilidad y sensibilidad del entorno afectado. El RIAM no solo agiliza el proceso de evaluación, sino que también proporciona resultados claros y comparables, lo que facilita la toma de decisiones informadas. Además, este método permite priorizar las medidas de mitigación y gestión ambiental más adecuadas, asegurando que se aborden los impactos de mayor relevancia de manera efectiva y oportuna.

La correcta identificación y evaluación de los impactos ambientales es un proceso fundamental, ya que los resultados obtenidos determinan la viabilidad del proyecto en función de dos aspectos clave: la capacidad de homeostasia y resiliencia del ecosistema en el que se inserta, y el cumplimiento de la legislación y normativas ambientales vigentes. La homeostasia se refiere a la capacidad del ecosistema para mantener su equilibrio ante perturbaciones, mientras que la resiliencia alude a su habilidad para recuperarse después de dichas alteraciones. Si los impactos identificados superan estos umbrales o incumplen las normativas, el proyecto podría no ser viable desde el punto de vista ambiental, lo que subraya la importancia de una evaluación rigurosa y precisa.

En el caso de este Proyecto, se empleó una técnica matricial para la identificación de los impactos ambientales, complementada con un método semicuantitativo para su evaluación. Estas herramientas permitieron identificar las principales actividades del Proyecto con potencial para generar cambios, ya sean benéficos o adversos, en los atributos ambientales de la RE. En particular, la identificación precisa de las actividades que generan impactos adversos es crucial, ya que no

Consulta al Público

solo permite diseñar medidas de mitigación adecuadas, sino también determinar el momento óptimo para su implementación. Esto asegura que las acciones correctivas sean efectivas y oportunas, minimizando los efectos negativos y maximizando la sostenibilidad del Proyecto.

A continuación, se describe en detalle cada una de las técnicas y metodologías empleadas para la identificación y evaluación de los potenciales impactos ambientales asociados al desarrollo del Proyecto.

IV.1.1. Identificación y caracterización diagramática de las acciones del Proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores de impactos

IV.1.1.1. Identificación de las acciones o actividades del Proyecto capaces de producir impactos

De acuerdo con Gómez (2003), la identificación de los elementos y procesos del proyecto que pueden desencadenar impactos ambientales es una tarea fundamental en la evaluación de impacto ambiental. Este proceso implica analizar detalladamente las actividades del proyecto (objeto de evaluación) que tienen el potencial de generar efectos significativos sobre el entorno, utilizando como base la información recopilada en el inventario ambiental. Este análisis se enmarca en el concepto de integración ambiental, que busca armonizar el desarrollo del proyecto con la preservación del medio ambiente, y se guía por las reflexiones previas sobre los impactos que, presumiblemente, tendrán mayor relevancia durante las distintas etapas del proyecto.

Para llevar a cabo esta tarea, es indispensable identificar y desglosar las acciones del proyecto, entendiendo por "acción" toda aquella actividad que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental. Estas acciones pueden originarse en cualquiera de las etapas del proyecto y estar asociadas a cualquiera de sus elementos, lo que hace necesario un enfoque estructurado y sistemático para su identificación y clasificación.

1. **Estructura organizativa de las acciones.** Dada la complejidad inherente a los proyectos, esta tarea se formaliza mediante la desagregación del proyecto en un árbol de tres niveles, donde el último nivel representa las acciones simples, que son las causas directas de los impactos ambientales. Los tres niveles son los siguientes:
    a. **Primer nivel - etapas o fases del proyecto.** Este nivel se refiere a las etapas principales por las que pasa el desarrollo del proyecto, desde su inicio hasta su conclusión. Las

Consulta al Público

etapas consideradas normalmente son: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

b. **Segundo nivel - elementos.** En este nivel se desglosan los componentes específicos que conforman cada una de las etapas del proyecto. Por ejemplo, en la etapa de construcción, los elementos podrían incluir la excavación, la edificación de estructuras o la instalación de maquinaria.

c. **Tercer nivel - acciones específicas.** Este nivel se refiere a las acciones concretas y bien definidas que son la causa directa de los impactos ambientales. Estas acciones deben cumplir con los siguientes criterios:

- **Relevantes:** Deben ajustarse a la realidad del proyecto y tener la capacidad de generar efectos significativos.
- **Excluyentes/independientes:** Deben evitar solapamientos con otras acciones para prevenir duplicaciones en la evaluación de impactos.
- **Fácilmente identificables:** Deben ser claras y susceptibles de una definición precisa, tanto en documentos como en planos o diagramas de proceso.
- **Localizables:** Deben estar asociadas a un área o punto específico dentro del espacio donde se desarrolla el proyecto.
- **Cuantificables:** En la medida de lo posible, deben ser medibles en términos de magnitudes físicas, lo que permite una descripción precisa y objetiva.

2. **Aplicación de la metodología al Proyecto.** El Proyecto se organiza en tres etapas principales: i) Preparación del sitio y Construcción, ii) Operación y Mantenimiento, y iii) Desmantelamiento y abandono de las instalaciones. Para cada una de estas etapas, se identificaron los elementos que las componen, así como las obras y actividades correspondientes. Siguiendo la metodología propuesta, en primer lugar, se identificaron las principales acciones del Proyecto, tomando como referencia las características específicas descritas en el **Capítulo I** de la presente MIA-R. Este análisis se enfocó en determinar cuáles de estas acciones podrían actuar como agentes causantes de impactos ambientales. En la **Figura IV-1** se ilustran de manera diferenciada las acciones asociadas a cada etapa del Proyecto que presumiblemente pueden generar impactos ambientales.

Consulta al Público

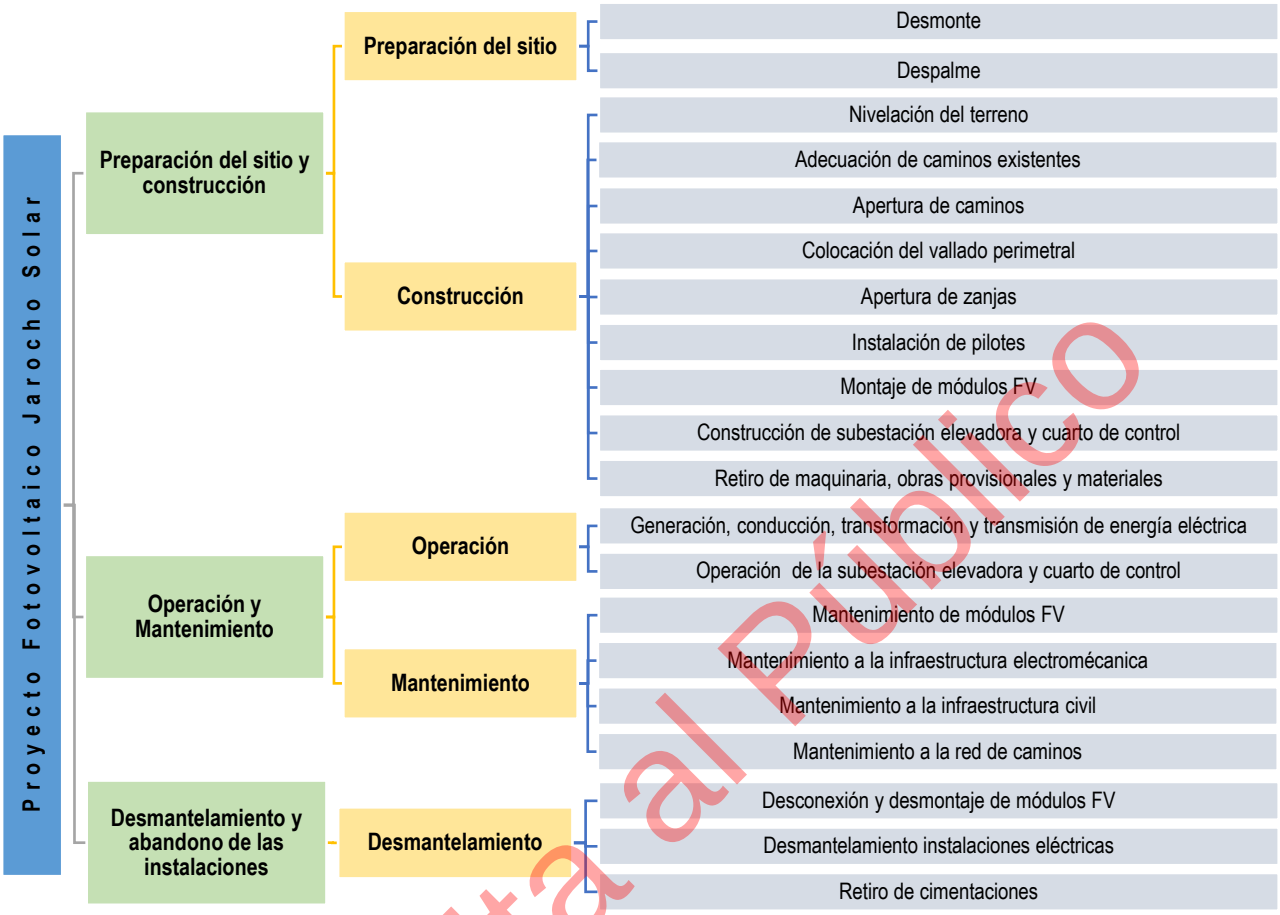


Figura IV-1 Acciones del Proyecto que presumiblemente pueden generar impactos ambientales

IV.1.1.2. Identificación de factores ambientales potencialmente receptores de impactos

El entorno se define como aquella porción del medio ambiente que establece una interacción directa o indirecta con el proyecto, desempeñando un papel fundamental en su desarrollo y operación. Esta interacción se manifiesta en tres dimensiones principales:

1. **Como fuente de recursos y materias primas.** El entorno proporciona los insumos necesarios para la ejecución y sostenibilidad del proyecto, tales como recursos naturales (agua, minerales, biomasa, etc.), energía (renovable o no renovable) y mano de obra, entre otros. Estos elementos son esenciales para la viabilidad técnica y económica de cualquier iniciativa.
2. **Como soporte de los elementos físicos.** El entorno actúa como base para la implementación de infraestructuras, edificaciones, instalaciones y otras estructuras físicas

Consulta al Público

que forman parte del proyecto. Esto incluye no solo el espacio físico, sino también las condiciones naturales y sociales que permiten su establecimiento y funcionamiento.

3. **Como receptor de efluentes y otras salidas.** El entorno recibe los impactos generados por el proyecto a través de los vectores ambientales tradicionales, como el aire, el agua y el suelo, que pueden verse afectados por emisiones, vertidos o residuos. Además, el entorno también es receptor de otras salidas no materiales, como la generación de empleo, la dinamización económica, la aparición de conflictos sociales o cambios en las dinámicas culturales y comunitarias.

En conjunto, el entorno no solo es un proveedor de recursos y un soporte físico, sino también un espacio dinámico que absorbe y responde a los impactos positivos y negativos derivados de las actividades del proyecto. Por ello, su gestión adecuada es crucial para garantizar la sostenibilidad ambiental, social y económica de cualquier iniciativa.

IV.1.1.2.1. Definición y delimitación del entorno

El ámbito geográfico del entorno se refiere a la delimitación espacial en la cual se analizan las interacciones entre el proyecto y su medio ambiente, tanto natural como social. En este caso, los límites de dicho ámbito están claramente definidos y se ajustan a criterios técnicos, normativos y metodológicos específicos. Para esta MIA-R, el entorno bajo análisis corresponde a la denominada Región Ecológica (RE) sobre la cual se establecerá el Proyecto, y que fue previamente definida, caracterizada y evaluada en el **Capítulo III** de la presente MIA-R. En dicho Capítulo se realizó un inventario ambiental detallado que permitió identificar y documentar los componentes ambientales clave, así como sus dinámicas y relaciones dentro de este espacio geográfico.

La elección de la RE como ámbito de estudio no es arbitraria, sino que se fundamenta en lo establecido por el marco normativo vigente. En particular, al Artículo 13, Fracción V, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, que establece que el análisis de los impactos ambientales debe considerar tanto los efectos acumulativos como residuales, los cuales se manifiestan a escala regional.

De esta manera, la RE representa el espacio geográfico idóneo para analizar de manera integral los potenciales impactos del Proyecto, garantizando que se cumpla con los principios de prevención, mitigación y compensación establecidos en la normativa ambiental. Este enfoque regional permite una comprensión más completa de las interacciones entre el Proyecto y su

Consulta al Público

entorno, facilitando la identificación de medidas adecuadas para minimizar los efectos negativos y maximizar los beneficios ambientales y sociales.

IV.1.1.2.2. Identificación de los factores del medio susceptibles de recibir impactos

Los factores del medio ambiente susceptibles de recibir impactos son aquellos elementos, cualidades y procesos del entorno que, debido a su relevancia ecológica, social o económica, pueden verse afectados positiva o negativamente por la implementación y operación del proyecto. Dada la complejidad del entorno y su naturaleza sistémica, es recomendable organizar estos factores en una estructura jerárquica en forma de árbol, con varios niveles de desagregación. En este esquema, el último nivel corresponde a subfactores específicos, simples y concretos, que permiten un análisis detallado y preciso de las posibles afectaciones. La identificación de los factores considerados relevantes para este estudio se ha realizado bajo los siguientes criterios metodológicos:

1. **Relevancia.** Los factores seleccionados deben ser portadores de información significativa sobre el estado, la dinámica y el funcionamiento del medio ambiente. Su inclusión se justifica por su capacidad para reflejar cambios o alteraciones derivadas del proyecto.
2. **Exclusividad.** Se ha evitado la duplicidad o superposición entre factores, garantizando que no existan redundancias que puedan distorsionar la identificación y evaluación de los impactos. Cada factor debe ser único y representativo de un aspecto específico del entorno.
3. **Facilidad de identificación.** Los factores deben ser claramente definibles y fácilmente reconocibles, ya sea mediante observación directa en campo, a través de mapas, o mediante el análisis de información estadística y documental.
4. **Localización.** Deben estar asociados a puntos o zonas concretas dentro del ámbito geográfico del estudio, lo que permite una evaluación espacialmente referenciada de los impactos.
5. **Medibilidad.** Idealmente, los factores deben ser cuantificables, ya sea de manera directa o indirecta a través de indicadores. Esto facilita la evaluación objetiva de los impactos y la comparación de escenarios con y sin proyecto. En casos donde la medición directa no sea posible, se utilizan indicadores proxy o cualitativos que permitan una aproximación razonable.

La identificación y organización de estos factores en forma de árbol de factores y atributos ambientales se llevó a cabo mediante un proceso iterativo y participativo, en el que intervino un

Consulta al Público

panel de expertos multidisciplinario. Este proceso se basó en las condiciones específicas de la RE definida para el Proyecto, las cuales fueron previamente caracterizadas y validadas mediante estudios prospectivos de campo y análisis técnicos. El árbol resultante, que se presenta en la **Figura IV-2**, no solo facilita la comprensión de las interacciones entre el Proyecto y su entorno, sino que también sirve como herramienta para la identificación, evaluación y gestión de los impactos ambientales. Esta estructura jerárquica permite desglosar los factores ambientales en niveles progresivamente más detallados, lo que asegura un análisis exhaustivo y sistemático de las posibles afectaciones, tanto a escala local como regional.

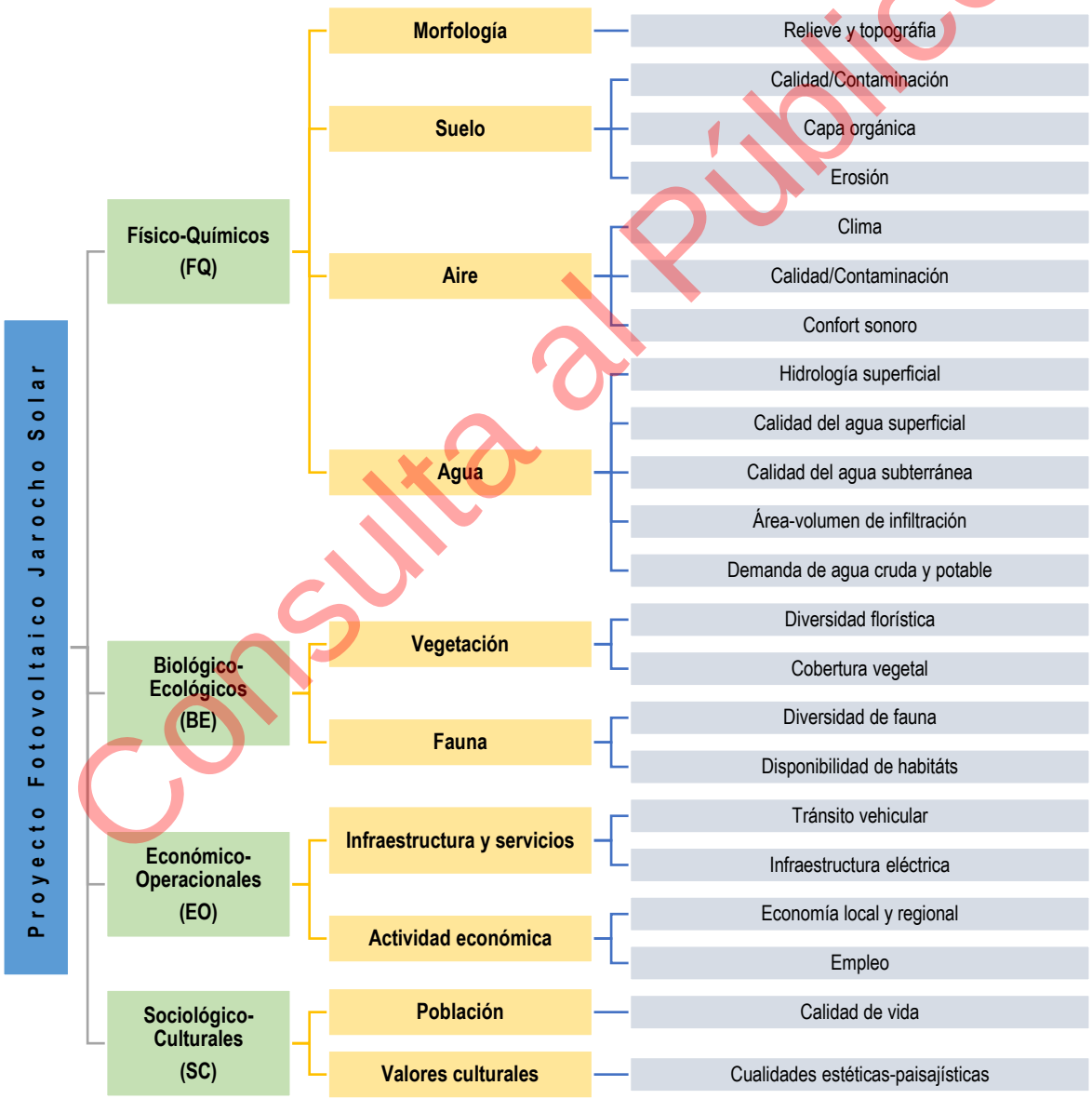


Figura IV-2 Factores ambientales susceptibles de recibir impactos

Consulta al Público

IV.1.2. Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones

En este apartado se lleva a cabo la identificación de las relaciones causa-efecto entre las acciones del Proyecto y los factores ambientales previamente señalados como relevantes en los puntos anteriores. Estas relaciones permiten reconocer los impactos potenciales generados por el Proyecto, cuya significancia será evaluada en fases posteriores. Cabe destacar que estas relaciones no son simples ni lineales, sino que, en la mayoría de los casos, involucran una cadena de efectos que incluyen impactos primarios, secundarios, inducidos y acumulativos. Estos efectos, que se originan en las acciones del Proyecto, pueden propagarse a través del entorno y afectar directa o indirectamente a los seres vivos, los bienes materiales y, en última instancia, al ser humano y su calidad de vida. Para facilitar el análisis de estas interacciones, se ha desarrollado una matriz de causa-efecto, una herramienta metodológica que permite establecer y visualizar las relaciones entre las actividades del Proyecto y los factores ambientales. Esta matriz se adapta a las características particulares del Proyecto y se estructura de la siguiente manera:

En las columnas se ubican las etapas del Proyecto y las principales obras o actividades asociadas a cada una de ellas, estas se denominan "Actividades de Proyecto" en el contexto de la matriz. En las filas se incluyen los factores ambientales identificados como susceptibles de recibir impactos, así como los atributos ambientales específicos que podrían verse afectados. Estos se denominan "Factores y Atributos Ambientales". Las interacciones o cruces entre las Actividades del Proyecto y los Factores y Atributos Ambientales se identifican mediante dos símbolos:

A: Cuando el impacto esperado es adverso (negativo).

B: Cuando el impacto esperado es benéfico (positivo).

Es importante destacar que la matriz de interacciones incluye todas las posibles relaciones entre las Actividades del Proyecto y los Factores y Atributos Ambientales, incluso aquellas en las que no se espera una modificación significativa. Esto permite obtener un panorama completo de las interacciones potenciales, proporcionando una base sólida para la evaluación posterior de los impactos. Sin embargo, es crucial resaltar que, en esta fase, la matriz se limita a identificar el carácter del impacto (adverso o benéfico), sin realizar una calificación más detallada en términos de magnitud, duración, reversibilidad o importancia. Esta tarea de calificación y evaluación se reserva para las matrices de evaluación que se elaboran utilizando metodologías específicas, como el RIAM, la cual se desarrolla más adelante, en la sección **IV.1.3**.

La matriz de interacciones del Proyecto se presenta en la **Figura IV-3**.

Consulta al Público

FACTORES Y ATRIBUTOS AMBIENTALES			ACTIVIDADES DEL PROYECTO	PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN											OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES		
				Preparación del sitio		Construcción									Operación		Mantenimiento				Desmantelamiento		
Interacciones e identificación de impactos ambientales: A: Adverso B: Benéfico				Desmonte	Despalme	Nivelación del terreno	Adecuación de caminos existentes	Apertura de caminos	Colocación del vallado perimetral	Apertura de zanjas	Instalación de pilotes	Montaje de módulos FV	Construcción de subestación elevadora y cuarto de control	Retiro de maquinaria, obras provisionales y materiales	Generación, conducción, transformación y transmisión de energía eléctrica	Operación de la subestación elevadora y cuarto de control	Mantenimiento de módulos FV	Mantenimiento a la infraestructura electromecánica	Mantenimiento a la infraestructura civil	Mantenimiento a la red de caminos	Desconexión y desmontaje de módulos FV	Desmantelamiento de instalaciones eléctricos	Retiro de cimentaciones
FÍSICO – QUÍMICOS (FQ)	Morfología	Relieve y topografía			A	A	A	A		A													
	Suelo	Calidad/Contaminación	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A	A	A	A	A	A	A	A
		Capa orgánica		A	A	A	A		A								B						B
		Erosión	A	A	A	A	A		A								B			B	B		B
	Aire	Clima	A							A											B		
		Calidad/Contaminación	A	A	A	A	A		A	A		A	A	B	A	A	A	A	A	A		A	A
		Confort sonoro	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Agua	Hidrología superficial			A	A	A		A														
		Calidad del agua superficial	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A	A	A	A	A	A	A	A
		Calidad del agua subterránea	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A	A	A	A	A	A	A	A
		Área-volumen de infiltración	A									A					B						B
		Demanda de agua cruda y potable			A	A	A	A	A			A			A	A		A	A				
BIOLÓGICO – ECOLÓGICOS (BE)	Vegetación	Diversidad florística	A																		B	B	B
		Cobertura vegetal	A										B										B
	Fauna	Diversidad de fauna	A	A	A	A	A		A	A	A	A					A		A	A	B	B	B
		Disponibilidad de hábitats	A					A													B	B	B
ECONÓMICO – OPERACIONALES (EO)	Infraestructura y servicios	Tránsito vehicular		A	A	A	A		A	A	A	A	A								A	A	A
		Infraestructura eléctrica												B									
	Actividad Económica	Economía local y regional	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
		Empleo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		B	B	B	B	B	B	B	B	B
SOCIOLÓGICO – CULTURALES (SC)	Población	Calidad de vida	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Valores culturales	Cualidades estéticas - paisajísticas	A		A	A	A	A	A	A	A	A	B								B	B	B

Consulta al Público

Figura IV-3 Matriz de interacciones entre las Actividades del Proyecto y los Factores y Atributos ambientales potencialmente receptores

IV.1.3. Evaluación de los impactos identificados mediante el método Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)

Para la evaluación de impactos ambientales se empleó la metodología conocida como "Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)", una herramienta desarrollada por DHI Water & Environment. Este método destaca por su capacidad para proporcionar una visión integral y sistemática de la problemática ambiental asociada a un proyecto, ya que incorpora tanto las acciones propias de su ejecución como los factores ambientales que podrían verse afectados. En este caso, solo se consideraron las interacciones relevantes, es decir, aquellas que tienen el potencial de generar impactos significativos, ya sean positivos o negativos.

Una de las principales ventajas del RIAM es que aborda los desafíos asociados a la subjetividad en la evaluación de impactos. Para ello, establece criterios claros y escalas predefinidas sobre las cuales se basan los juicios y valoraciones, lo que reduce la ambigüedad y garantiza una mayor objetividad en el proceso. Los resultados se organizan en una matriz simple pero robusta, que no solo facilita la visualización de los impactos identificados, sino que también documenta los argumentos y fundamentos utilizados en cada evaluación. Esta característica brinda transparencia al proceso, permitiendo que las decisiones tomadas durante la evaluación sean claras, rastreables y replicables. Además, el RIAM posibilita la reevaluación de los resultados en el futuro, lo que resulta especialmente útil para verificar la validez de las conclusiones o para incorporar nuevos datos que puedan surgir con el tiempo.

El RIAM es particularmente adecuado para proyectos de esta naturaleza, ya que permite analizar datos provenientes de diferentes sectores (como el ambiental, social y económico) bajo los mismos criterios de evaluación, integrados en una única matriz. Esto no solo agiliza el proceso de evaluación, sino que también asegura una comparación coherente y equilibrada de los impactos. Asimismo, su enfoque estructurado y transparente facilita la comunicación de resultados a los distintos actores involucrados, incluyendo autoridades, expertos técnicos y comunidades afectadas.

El RIAM se posiciona como una metodología eficiente y confiable para la evaluación clara de los impactos ambientales, ofreciendo una base sólida para la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas de prevención, mitigación o compensación. Su aplicación en este estudio ha permitido obtener una comprensión integral de los efectos potenciales del Proyecto, garantizando que se consideren todos los aspectos relevantes y que los resultados sean transparentes y replicables.

Consulta al Público

El método se basa en la definición estándar de los criterios de importancia de evaluación, a la vez que presenta valores semicuantitavos para cada uno de estos criterios, de manera que se obtiene un resultado preciso e independiente para cada condición.

Los criterios de importancia de evaluación pueden caer en dos grupos:

A: Criterios que son de importancia para la condición y que cada uno de ellos individualmente puede cambiar el resultado obtenido.

B: Criterios que son de valor para la situación, pero que individualmente no son capaces de cambiar el resultado obtenido.

El valor que le corresponde a cada uno de los componentes se obtiene siguiendo un algoritmo de sencillas operaciones:

(A1) * (A2) * ... (AN) = AT

(B1) + (B2) + (B3) + ... (BN) = BT

(AT) * (BT) = ES

Dónde:

(A1) a **(AN)** son las puntuaciones para los criterios individuales del grupo (A)

(B1) a **(BN)** son las puntuaciones para los criterios individuales del grupo (B)

AT es la multiplicación de todos los resultados del grupo (A)

BT es la multiplicación de todos los resultados del grupo (B)

ES corresponde a la puntuación de evaluación de esa condición

IV.1.3.1. Criterios de importancia para la evaluación

En el grupo **A** se utiliza una escala que puede ir del –5 al 5, según los impactos sean positivos o negativos. El cero significa que no hay cambio en la condición o no tiene importancia.

Para el grupo **B** la escala es distinta, no se utiliza el cero y no se tienen valores negativos, siendo los valores asignados del 1 al 3.

Por tanto, se deben definir los criterios para cada uno de los dos grupos (**A** y **B**), basados en condiciones fundamentales que pueden ser afectadas con el cambio y que sean aplicables a todo tipo de proyectos. Los criterios iniciales que han sido definidos son:

Consulta al Público

Grupo (A)

Importancia de la condición (A1)

Se evalúa contra las fronteras espaciales o contra los intereses humanos que afectaría. La escala se define de acuerdo con la **Tabla IV-1**.

Tabla IV-1 Valoración del criterio Importancia de la condición (A1)

Importancia de la condición (A1)	Valor
No tiene importancia	0
Importancia únicamente en la localidad	1
Importancia en las áreas circundantes a la localidad	2
Importancia regional/ intereses nacionales	3
Importancia nacional/ intereses internacionales	4

Para el caso del presente Proyecto -que es evaluado mediante una Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Regional- la escala del Criterio A1 ha sido ligeramente modificada, adaptándola a las circunstancias del Proyecto y tipo de estudio como se presentan en la **Tabla IV-2**.

Tabla IV-2 Adecuación al Proyecto de la valoración del criterio Importancia de la condición (A1)

Importancia de la condición (A1)	Valor
No tiene importancia	0
Importancia únicamente en la condición local (dentro del Área del Proyecto)	1
Importancia en áreas circundantes al Área del Proyecto	2
Importancia regional (dentro de la RE)	3
Importancia nacional / intereses nacionales (más allá de la RE)	4

Magnitud del cambio/efecto (A2)

La magnitud se define como una medida de la escala de beneficio/perjuicio de un impacto o condición, utilizando para ello la valoración que se presenta en la **Tabla IV-3**.

Consulta al Público

Tabla IV-3 Valoración del criterio Magnitud del cambio/efecto (A2)

Magnitud del cambio/efecto (A2)	Valor
Mayor perjuicio o cambio negativo	-3
Significativo cambio negativo o perjuicio	-2
Cambio negativo del status quo	-1
No hay cambio/status quo	0
Mejora del status quo	+1
Mejora significativa del status quo	+2
Mayor beneficio positivo	+3

Grupo (B)

Permanencia (B1)

La permanencia define si una condición es temporal o permanente, y debe ser visto únicamente desde el punto de vista tiempo, su valoración se presentan en la **Tabla IV-4**.

Tabla IV-4 Valoración del criterio Permanencia (B1)

Permanencia (B1)	Valor
Sin cambio/no aplica	1
Temporal	2
Permanente	3

Reversibilidad (B2)

Define si una condición puede ser cambiada y es una medida sobre el control que se tiene del efecto de la condición. No debe ser confundida o equiparada con la temporalidad. Los valores para el criterio se presentan en la **Tabla IV-5**.

Tabla IV-5 Valoración del criterio Reversibilidad (B2)

Reversibilidad (B2)	Valor
Sin cambio/no aplica	1
Reversible	2
Irreversible	3

Consulta al Público

Acumulación (B3)

Es una medida de si el efecto va a tener un solo impacto, o si se presentará un efecto de acumulación con el tiempo, o habrá un efecto de sinergia con otras condiciones. No debe ser confundido con una situación permanente/irreversible. La valoración del criterio B3 se presenta en la **Tabla IV-6**.

Tabla IV-6 Valoración del criterio Acumulación (B3)

Acumulación (B3)	Valor
Sin cambio/no aplica	1
No acumulativo/singular	2
Acumulativo/sinérgico	3

IV.1.3.2. Componentes de evaluación

Además de los criterios de importancia, el sistema requiere de componentes específicos de evaluación. Los componentes serán las incidencias sobre los factores ambientales que se dividen en cuatro categorías como sigue:

Físico/Químicos (FQ): Engloba todos los aspectos físicos y químicos del ambiente, incluyendo los recursos naturales no renovables (no biológicos) y la degradación del ambiente físico por contaminación.

Biológico/Ecológicos (BE): Engloba todos los aspectos biológicos del medio ambiente, incluyendo los recursos naturales renovables, la conservación de la biodiversidad, interacciones entre especies y contaminación de la biósfera.

Económico/Operacionales (EO): Permite identificar de una manera cualitativa las consecuencias económicas de la realización del proyecto y del cambio ambiental, tanto temporal como permanente, así como la complejidad del manejo del proyecto dentro del contexto de las actividades del proyecto.

Sociológico/Culturales (SC): Engloba todos los aspectos humanos del medio ambiente, incluyendo condiciones sociales que afectan a los individuos y a las comunidades; junto con aspectos culturales, incluyendo la herencia cultural y el desarrollo humano.

Consulta al Público

IV.1.3.3. Interpretación de los resultados

La aplicación de la técnica semicuantitativa descrita anteriormente, específicamente el método RIAM, permite obtener un valor denominado Puntuación Ambiental o "ES" (por sus siglas en inglés: Environmental Score). Este valor resulta de la combinación de criterios predefinidos y escalas de evaluación que integran aspectos ambientales, sociales y económicos, ofreciendo una medida cuantificable del impacto generado por las actividades de un proyecto.

Según el método RIAM, la Puntuación Ambiental (ES) permite clasificar los impactos o componentes evaluados en rangos de valores numéricos y alfabéticos, los cuales se organizan en 11 categorías en total. Estas categorías se dividen de la siguiente manera:

- **5 categorías positivas:** Corresponden a impactos benéficos o favorables, que representan mejoras o contribuciones positivas al medio ambiente o a las comunidades.
- **5 categorías negativas:** Corresponden a impactos adversos o desfavorables, que reflejan deterioros o afectaciones al entorno natural, social o económico.
- **1 categoría neutra:** Representa aquellos casos en los que no existe variación en el estado actual del factor ambiental evaluado, es decir, donde no se identifica un impacto significativo, ya sea positivo o negativo.

Esta clasificación, que se presenta de manera detallada en la **Tabla IV-7**, permite una interpretación clara y estructurada de los resultados de la evaluación. Cada categoría está asociada a un rango numérico específico, lo que facilita la comparación entre los distintos impactos identificados y su priorización según su magnitud y relevancia.

Tabla IV-7 Categorías de la Puntuación Ambiental (ES) de los impactos ambientales

Puntuación Ambiental (ES)	Rango de Valores Alfabético (RB)	Descripción del rango
72 a 108	E	Mayor impacto positivo
36 a 71	D	Alto impacto positivo
19 a 35	C	Impacto positivo significativo
10 a 18	B	Impacto positivo
1 a 9	A	Bajo impacto positivo
0	N	Status quo / No aplicable
-1 a -9	-A	Bajo impacto negativo
-10 a -18	-B	Impacto negativo
-19 a -35	-C	Impacto negativo significativo

Consulta al Público

Puntuación Ambiental (ES)	Rango de Valores Alfabético (RB)	Descripción del rango
-36 a -71	-D	Alto impacto negativo
-72 a -108	-E	Mayor impacto negativo

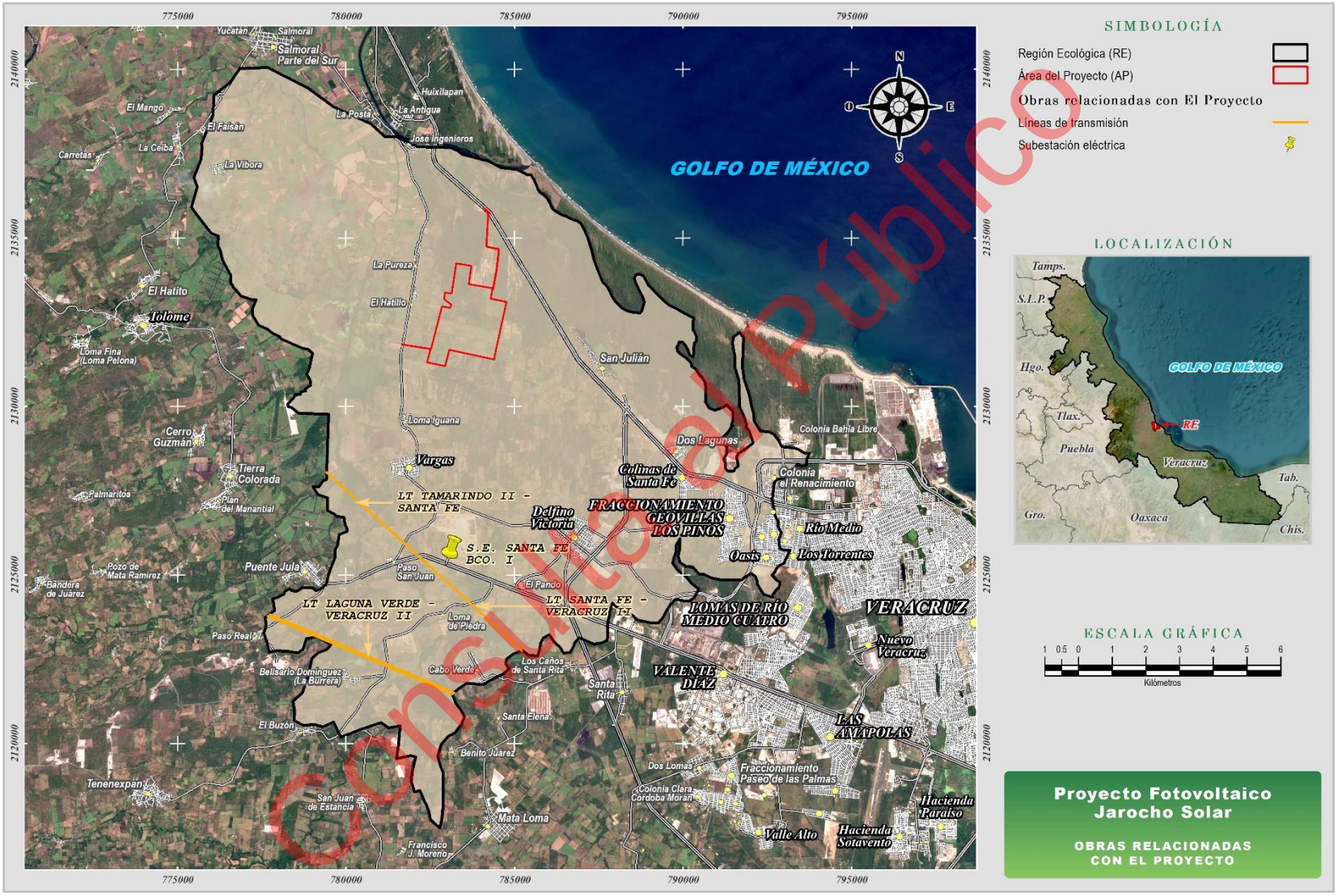
Finalmente, esta técnica permite asignar un valor numérico específico a cada impacto detectado, lo que facilita la identificación de aquellos que resultan más críticos o preocupantes. Esta priorización es fundamental para centrar los esfuerzos en las medidas de mitigación más efectivas, especialmente en el caso de una MIA-R, donde se enfatiza la gestión de impactos acumulativos y residuales. Estos últimos son particularmente relevantes, ya que suelen manifestarse a largo plazo y en escalas espaciales más amplias, requiriendo estrategias de manejo ambiental que trasciendan las acciones inmediatas del proyecto.

En resumen, la Puntuación Ambiental (ES) obtenida mediante el método RIAM no solo cuantifica los impactos, sino que también los categoriza de manera sistemática, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones y la implementación de medidas de gestión ambiental. Esta metodología asegura que los resultados sean transparentes, replicables y fácilmente comunicables, lo que resulta fundamental para garantizar la sostenibilidad del Proyecto y la aceptación por parte de los actores involucrados. En este sentido, el método RIAM no solo proporciona una herramienta robusta para la evaluación de impactos, sino que también orienta la planificación de medidas correctivas y preventivas, asegurando que los aspectos ambientales más sensibles reciban la atención necesaria para minimizar riesgos y maximizar beneficios.

IV.2. IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

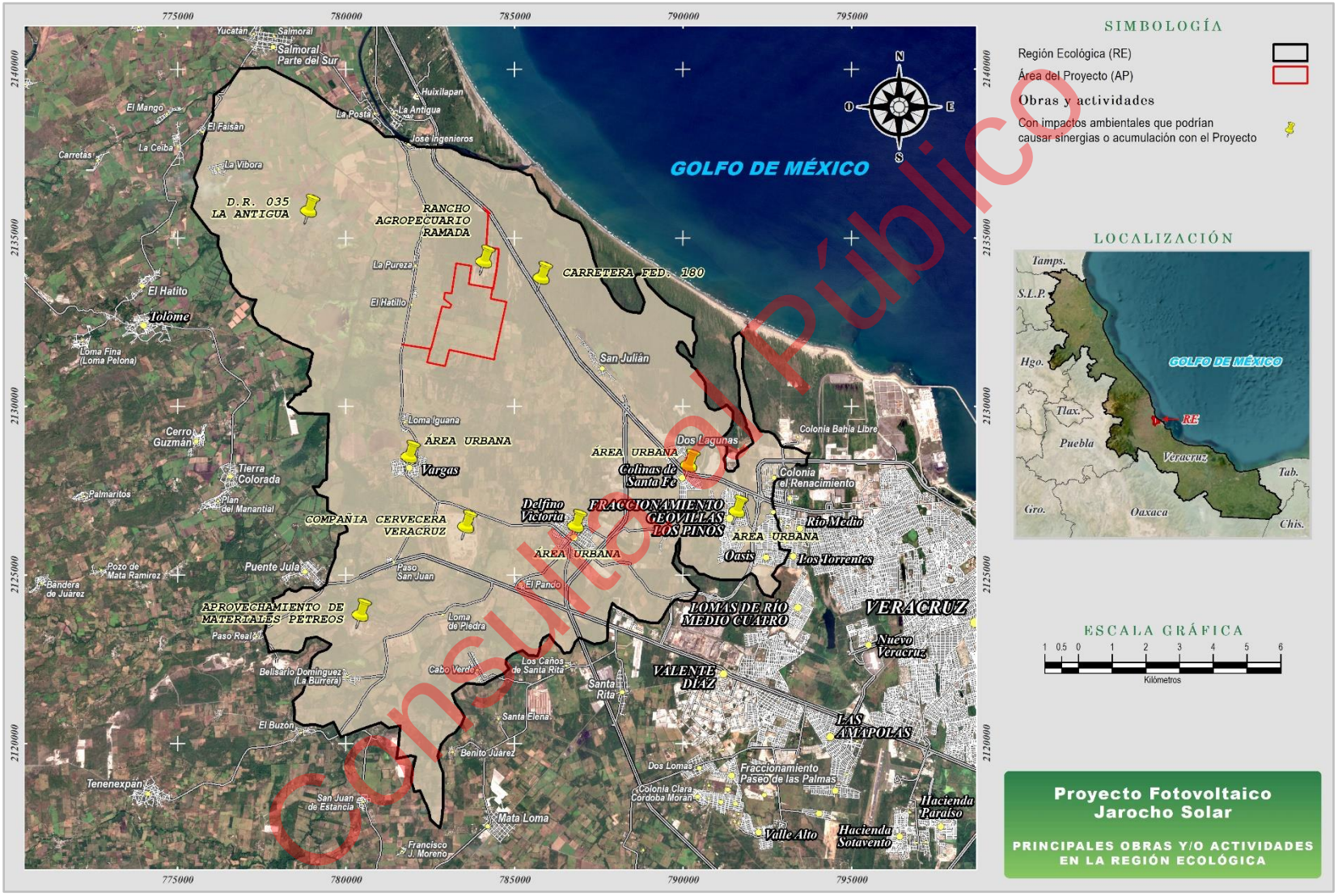
En la evaluación de los impactos ambientales realizada en esta MIA-R, se ha considerado el efecto aditivo entre las actividades del Proyecto y las actividades productivas, económicas e infraestructura que se desarrolla en la región, aun cuando no tengan una relación directa con la construcción y posterior operación del Proyecto. La ubicación de los principales proyectos y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica en la que se establecerá el Proyecto se presenta en la **Figura IV-4** y **Figura IV-5**, mientras que la descripción de sus impactos ambientales más relevantes se presenta en la **Tabla IV-8**.

Consulta al Público



Consulta al Público

Figura IV-4 Ubicación de las principales obras que actualmente se desarrollan en la RE y que se relacionan con el Proyecto



Consulta Público

Figura IV-5 Ubicación de las principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la RE y que podrían causar sinergias o acumulación con el Proyecto

Tabla IV-8 Impacto ambientales existentes en la Región Ecológica

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la RE	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización del impacto
Líneas de transmisión: • Laguna Verde – Veracruz II • Tamarindo II – Santa Fe • Santa Fe – Veracruz II	Suelo (Erosión)	Incremento en el grado de erosión	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (local), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Agua (Área – volumen de infiltración)	Reducción del volumen de infiltración	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (puntual), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Vegetación (Cobertura vegetal)	Disminución de superficies con cobertura vegetal natural	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (puntual), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Fauna (Diversidad de fauna)	Afectación a la fauna voladora por colisión ocasionada por la infraestructura de la LT	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (puntual), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Fauna (Disponibilidad de hábitats)	Pérdida de hábitat disponible para la fauna silvestre	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (puntual), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Valores culturales (Cualidades estéticas - paisajísticas)	Disminución de la calidad estética - paisajística	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
Subestación eléctrica	Fauna (Diversidad de fauna)	Afectación a la riqueza y abundancia de la fauna silvestre	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (baja), Efecto (directo)
	Valores culturales (Cualidades estéticas - paisajísticas)	Disminución de la calidad estética - paisajística	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
Aprovechamiento de materiales pétreos	Morfología (Relieve)	Modificación de la topografía y morfología	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (puntual), Intensidad (alta), Efecto (directo)
	Suelo (Calidad – Contaminación)	Contaminación del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Aire (Calidad – Contaminación)	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (local), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Aire (Confort sonoro)	Alteración al confort sonoro	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (local), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Agua (Calidad del agua superficial)	Contaminación del agua superficial	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Fauna (Diversidad de fauna)	Afectación de la riqueza y abundancia de la fauna silvestre	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (local), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Valores culturales (Cualidades estéticas - paisajísticas)	Disminución de la calidad estética - paisajística	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (alta), Efecto (directo)
Compañía cervecera Veracruz	Suelo (Calidad – Contaminación)	Contaminación del suelo	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (puntual), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Aire (Calidad – Contaminación)	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (regional), Intensidad (moderada), Efecto (directo)
	Aire (Confort sonoro)	Alteración al confort sonoro	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (local), Intensidad (moderada), Efecto (directo)

Consulta al Público

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la RE	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización del impacto
	Agua (Calidad - Contaminación)	Contaminación del agua superficial	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (regional), Intensidad (moderada a alta), Efecto (directo)
	Agua (Área – volumen de infiltración)	Reducción del volumen de infiltración	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (puntual), Intensidad (Moderada), Efecto (directo)
	Agua (Demanda de agua cruda y potable)	Incremento en la demanda de agua cruda y potable	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (regional), Intensidad (Alta o extrema), Efecto (directo)
	Fauna (Diversidad de fauna)	Afectación de la riqueza y abundancia de la fauna silvestre	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (local), Intensidad (baja), Efecto (directo)
Rancho Agropecuario Ramada	Aire (Calidad – Contaminación)	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases de efecto invernadero (metano y óxido nitroso)	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (regional), Intensidad (Alta), Efecto (directo)
	Aire (Confort sonoro)	Alteración al confort sonoro	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (local), Intensidad (Moderada), Efecto (directo)
	Agua (Calidad del agua superficial)	Contaminación del agua	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (Alta), Efecto (directo)
	Agua (Demanda de agua cruda y potable)	Incremento en la demanda de agua cruda y potable	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (regional), Intensidad (Alta), Efecto (directo)
Distrito de riego 035 La Antigua	Morfología (Relieve y topografía)	Modificación de la topografía y morfología	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (puntual), Intensidad (baja a media), Efecto (directo)
	Suelo (Calidad – Contaminación)	Contaminación del suelo	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (media a alta), Efecto (directo)
	Suelo (Capa orgánica)	Disminución de la fertilidad	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (media a alta), Efecto (directo)
	Aire (Calidad – Contaminación)	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (regional), Intensidad (alta), Efecto (directo)
	Aire (Confort sonoro)	Alteración al confort sonoro	Tipo (negativo), Duración (temporal), Extensión (local), Intensidad (baja), Efecto (directo)
	Agua (Calidad del agua superficial)	Contaminación del agua superficial	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (regional), Intensidad (media a alta), Efecto (directo)
	Agua (Calidad del agua subterránea)	Contaminación del agua subterránea	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (regional), Intensidad (media a alta), Efecto (directo)
	Agua (Área – volumen de infiltración)	Reducción del volumen de infiltración	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (puntual), Intensidad (media), Efecto (directo)
	Agua (Demanda de agua cruda y potable)	Incremento en la demanda de agua cruda y potable	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (regional), Intensidad (alta), Efecto (directo)
	Vegetación (Cobertura vegetal)	Disminución de superficies con cobertura vegetal natural	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (puntual), Intensidad (alta), Efecto (directo)

Consulta al Público

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la RE	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización del impacto
	Fauna (Diversidad de fauna)	Afectación a la riqueza y abundancia de la fauna silvestre	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (baja), Efecto (directo)
	Fauna (Disponibilidad de hábitats)	Pérdida de hábitat disponible para la fauna silvestre	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (media), Efecto (directo)
Áreas urbanas: • Fraccionamiento Geovillas Los Pinos • Colinas de Santa Fe • Delfino Victoria • Vargas	Suelo (Calidad – Contaminación)	Contaminación del suelo	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (alta), Efecto (directo)
	Suelo (Capa orgánica)	Disminución de la fertilidad	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (puntual), Intensidad (alta), Efecto (directo)
	Aire (Clima)	Modificación del microclima	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (media a alta), Efecto (directo)
	Aire (Calidad – Contaminación)	Afectación de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (regional), Intensidad (media a alta), Efecto (directo)
	Aire (Confort sonoro)	Alteración al confort sonoro	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (media a alta), Efecto (directo)
	Agua (Calidad del agua superficial)	Contaminación del agua superficial	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (alta), Efecto (directo)
	Agua (Área – volumen de infiltración)	Reducción del volumen de infiltración	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (puntual), Intensidad (alta), Efecto (directo)
	Agua (Demanda de agua cruda y potable)	Incremento en la demanda de agua cruda y potable	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (regional), Intensidad (alta), Efecto (directo)
	Vegetación (Cobertura vegetal)	Disminución de superficies con cobertura vegetal natural	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (puntual), Intensidad (media), Efecto (directo)
Carretera federal 180	Aire (Calidad – Contaminación)	Afectación de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (regional), Intensidad (alta), Efecto (directo)
	Aire (Confort sonoro)	Alteración al confort sonoro	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (media), Efecto (directo)
	Fauna (Diversidad de fauna)	Afectación a la riqueza y abundancia de la fauna silvestre	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (puntual), Intensidad (media), Efecto (directo)
	Fauna (Disponibilidad de hábitats)	Pérdida de hábitat disponible para la fauna silvestre	Tipo (negativo), Duración (permanente), Extensión (local), Intensidad (alta), Efecto (directo)

Consulta al Público

IV.3. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

Para garantizar una evaluación ambiental integral y detallada del Proyecto, se llevó a cabo un proceso sistemático de identificación y caracterización de los impactos ambientales generados en cada una de sus etapas. Esto incluyó el análisis de las posibles afectaciones durante las etapas de preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, así como desmantelamiento y abandono de las instalaciones, que abarca el cierre de las actividades de generación de energía solar. Una vez identificados y descritos estos impactos, se procedió a su evaluación mediante la

aplicación de la Matriz de Evaluación Rápida de Impacto Ambiental o Rapid Impact Assesment Matrix (RIAM), desarrollado por DHI Water & Environment. Este enfoque permitió valorar los efectos ambientales con base en criterios técnicos y científicos previamente establecidos, asegurando una valoración objetiva y estructurada de las implicaciones del Proyecto en su entorno natural y socioeconómico.

IV.3.1. Preparación del sitio y construcción

En la **Tabla IV-9** se presenta un resumen detallado de los resultados obtenidos en la evaluación de los impactos ambientales identificados para la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto. En ella se incluyen los valores asignados a cada uno de los criterios de evaluación empleados, así como el valor ES, también conocido como Puntuación Ambiental. Este último representa el resultado final derivado de la aplicación de la técnica semicuantitativa utilizada en la RIAM.

A partir de la Puntuación Ambiental obtenida, los impactos se clasifican en diferentes categorías según su magnitud e influencia en el entorno. Estas categorías comprenden cinco niveles de impacto positivo, cinco niveles de impacto negativo y una categoría adicional en la que no se registra variación significativa en el estado actual del ambiente.

La evaluación de los impactos ambientales potenciales generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto revela una serie de efectos tanto adversos como benéficos sobre el entorno natural y social. En total, se identificaron 25 impactos ambientales potenciales de los cuales 21 fueron clasificados como negativos y cuatro considerados positivos. A continuación, se presenta un análisis detallado de los impactos más relevantes por componente evaluado.

Consulta al Público

Tabla IV-9 Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de preparación del sitio y construcción

Factores y atributos ambientales	Actividades del Proyecto	Impacto ambiental		Caracterización del impacto ambiental								Efectos
		Código[1]	Descripción	Criterios de importancia de evaluación[2]					Puntuación ambiental	Intervalo de valores		
				A1	A2	B1	B2	B3	ES	Clase	Descripción	
Morfología (Relieve y topografía)	Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, y Apertura de zanjas.	FQ1	Modificación de la topografía y morfología del sitio	1	-2	3	2	3	-16	-B	Impacto negativo	Directo
Suelo (Calidad - Contaminación)	Desmonte, Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Colocación del vallado perimetral, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Montaje de módulos FV, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control.	FQ2	Contaminación del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes	2	-2	2	2	2	-24	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Suelo (Calidad – Contaminación)	Desmonte, Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Colocación del vallado perimetral, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Montaje de módulos FV, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control.	FQ3	Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP)	2	-2	2	2	2	-24	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Suelo (Capa orgánica)	Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, y Apertura de zanjas.	FQ4	Disminución de la fertilidad del suelo	1	-2	3	2	3	-16	-B	Impacto negativo	Directo
Suelo (Erosión)	Desmonte, Despalme, Nivelación de terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, y Apertura de zanjas.	FQ5	Incremento en el grado de erosión	2	-2	2	2	3	-28	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Aire (Clima)	Desmonte y Montaje de módulos FV.	FQ6	Modificación del microclima	2	-1	3	2	3	-16	-B	Impacto negativo	Directo
Aire (Calidad – Contaminación)	Desmonte, Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control, y Retiro de maquinaria, obras provisionales y materiales.	FQ7	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	3	-1	2	2	3	-21	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Aire (Confort sonoro)	Desmonte, Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Colocación del vallado, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Montaje de módulos FV, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control, y Retiro de maquinaria, obras provisionales y materiales.	FQ8	Alteración al confort sonoro	2	-2	2	2	3	-28	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Agua (Hidrología superficial)	Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, y Apertura de zanjas.	FQ9	Alteración a la hidrología superficial	2	-1	3	2	3	-16	-B	Impacto negativo	Directo

Consulta al Público

Factores y atributos ambientales	Actividades del Proyecto	Impacto ambiental		Caracterización del impacto ambiental								Efectos
		Código[1]	Descripción	Criterios de importancia de evaluación[2]					Puntuación ambiental	Intervalo de valores		
				A1	A2	B1	B2	B3	ES	Clase	Descripción	
Agua (Calidad del agua superficial)	Desmonte, Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Colocación del vallado perimetral, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Montaje de módulos FV, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control.	FQ10	Contaminación del agua superficial	2	-1	2	2	3	-14	-B	Impacto negativo	Directo
Agua/Calidad del agua subterránea	Desmonte, Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Colocación del vallado perimetral, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Montaje de módulos FV, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control.	FQ11	Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles lubricantes y la inadecuada disposición de residuos	3	-1	2	3	1	-18	-B	Impacto negativo	Directo
Agua (Área-volumen de infiltración)	Desmonte y Construcción de la subestación elevadora y cuarto de control.	FQ12	Reducción del volumen de infiltración	1	-2	3	1	3	-14	-B	Impacto negativo	Directo
Agua (Demanda de agua cruda y potable)	Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Colocación del vallado perimetral, Apertura de zanjas, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control.	FQ13	Incremento en la demanda de agua cruda y potable	3	-1	2	2	3	-21	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Vegetación (Diversidad florística)	Desmonte.	BE1	Afectación de la riqueza y abundancia de la flora silvestre	2	-1	3	3	3	-18	-B	Impacto negativo	Directo
Vegetación (Cobertura vegetal)	Desmonte.	BE2	Disminución de superficies con cobertura vegetal	1	-3	3	2	3	-24	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Vegetación (Cobertura vegetal)	Retiro de maquinaria, obras provisionales y materiales.	BE3	Recuperación de superficies para el desarrollo de la cobertura vegetal	1	+2	3	2	3	16	B	Impacto positivo	Indirecto
Fauna (Diversidad de fauna)	Desmonte, Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Montaje de módulos FV, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control.	BE4	Afectación a la riqueza y abundancia de la fauna silvestre	4	-1	2	2	3	-28	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Fauna (Diversidad de fauna)	Montaje de módulos FV.	BE5	Afectación a la fauna voladora por colisión ocasionada por la infraestructura de la central fotovoltaica	3	-1	3	2	3	-24	-C	Impacto negativo significativo	Directo

Consulta al Público

Factores y atributos ambientales	Actividades del Proyecto	Impacto ambiental		Caracterización del impacto ambiental								Efectos
		Código[1]	Descripción	Criterios de importancia de evaluación[2]					Puntuación ambiental	Intervalo de valores		
				A1	A2	B1	B2	B3	ES	Clase	Descripción	
Fauna (Disponibilidad de hábitats)	Desmonte, Colocación del vallado perimetral.	BE6	Pérdida de hábitat disponible para la fauna silvestre	2	-3	3	2	3	-48	-D	Alto impacto negativo	Directo
Infraestructura y servicios (Tránsito vehicular)	Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Montaje de módulos FV, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control, Retiro de maquinaria, obras provisionales y materiales.	EO1	Afectación en el tránsito vehicular	2	-2	2	2	3	-28	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Actividad económica (Economía local y regional)	Desmonte, Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Colocación del vallado perimetral, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Montaje de módulos FV, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control, y Retiro de maquinaria, obras provisionales y materiales.	EO2	Impulso a la economía local y regional por la ejecución de obras	3	+3	2	2	3	63	D	Alto impacto positivo	Directo
Actividad económica (Empleo)	Desmonte, Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Colocación del vallado perimetral, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Montaje de módulos FV, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control, y Retiro de maquinaria, obras provisionales y materiales.	EO3	Generación de empleos	3	2	2	2	3	42	D	Alto impacto positivo	Directo
Población (Calidad de vida)	Desmonte, Despalme, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Colocación del vallado perimetral, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Montaje de módulos FV, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control, y Retiro de maquinaria, obras provisionales y materiales.	SC1	Afectación de la calidad de vida de la población aledaña al Proyecto	2	-1	2	2	2	-12	-B	Impacto negativo	Directo
Valores culturales (Cualidades estéticas – paisajísticas)	Desmonte, Nivelación del terreno, Adecuación de caminos existentes, Apertura de caminos, Colocación del vallado perimetral, Apertura de zanjas, Instalación de pilotes, Montaje de módulos FV, Construcción de subestación elevadora y cuarto de control.	SC2	Disminución de la calidad estética – paisajística	2	-2	3	2	3	-32	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Valores culturales (Cualidades estéticas – paisajísticas)	Retiro de maquinaria, obras provisionales, y materiales.	SC3	Mejoramiento de cualidades estético – paisajísticas	1	+1	3	2	2	7	A	Bajo impacto positivo	Directo

[1]FQ (Impactos Físico – Químicos), BE (Impactos Biológico – Ecológicos), EO (Impactos Económico - Operacionales), SC (Impactos Sociológico – Culturales). [2]A1 (Importancia de la Condición), A2 (Magnitud del Cambio/Efecto), B1 (Permanencia), B2 (Reversibilidad), B3 (Acumulación).

Consulta al Público

IV.3.1.1. Impactos Adversos

IV.3.1.1.1. Impactos Físico – Químicos (FQ)

Los impactos más relevantes corresponden a Puntuaciones Ambientales de -28 a -21 siendo clasificados como Impactos negativos significativos (-C), los cuales corresponden a los siguientes:

- **Incremento en el grado de erosión (FQ5):** Los cambios requeridos para la instalación de la infraestructura del Proyecto provocarán que el suelo quede desprovisto de una cobertura vegetal (desmonte) o disgregado por el movimiento de tierras (cortes y excavaciones), lo que aumentará la susceptibilidad del suelo ante los agentes erosivos.
- **Alteración al confort sonoro (FQ8):** La realización de las distintas actividades requeridas para la preparación del sitio y construcción, tal como el uso de vehículos y maquinaria pesada, el movimiento de materiales y la instalación de infraestructura (principalmente de tipo metálica), producirán ruidos y vibraciones que podrían sobrepasar durante ciertos periodos de tiempo a los niveles que actualmente se presentan en el AP y sus alrededores.
- **Contaminación del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes (FQ2):** El uso de vehículos y maquinaria podrían producir derrames accidentales de combustibles, lubricantes y otros fluidos hidráulicos sobre el suelo natural, afectando sus características físicas y químicas. Además, podría originarse derrames durante procesos como la recarga de tanques de combustibles, el trasvase de líquidos, el mantenimiento de maquinaria y actividades de lubricación de equipos.
- **Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP) [FQ3]:** Las diversas actividades de preparación del sitio y construcción, así como la actividad humana asociada a la obra, generaran diversos residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos), los cuales, de no ser manejados adecuadamente podrían potencialmente contaminar el suelo.
- **Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión (FQ7):** El uso de vehículos y maquinaria pesada producirá un aumento en las emisiones de dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), y dióxido de carbono (CO_2), lo que repercutirá en la calidad del aire, al igual que la generación de partículas suspendidas que se producirán principalmente por el movimiento de tierras y la circulación de vehículos y maquinaria en caminos de terracería.
- **Incremento en la demanda de agua cruda y potable (FQ13):** Derivado de los requerimientos de agua para el uso del personal y para las actividades constructivas del Proyecto.

Consulta al Público

El resto de los impactos adversos corresponde a Puntuaciones Ambientales de -18 a -14 categorizados como Impactos negativos (-B), en los cuales se encuentran: Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles lubricantes y la inadecuada disposición de residuos (FQ11), Modificación de la topografía y morfología del sitio (FQ1), Disminución de la fertilidad del suelo (FQ4), Modificación del microclima (FQ6), Alteración a la hidrología superficial (FQ9), Contaminación del agua superficial (FQ10) y Reducción del volumen de infiltración (FQ12).

IV.3.1.1.2. Impactos Biológico – Ecológicos (BE)

Los impactos adversos de mayor relevancia corresponden a las clases -D (Alto impacto negativo) y -C (Impacto negativo significativo) con Puntuaciones Ambientales (ES) de -48 a -24:

- **Pérdida de hábitat disponible para la fauna silvestre (BE6):** Con un valor de -48, este impacto estará estrechamente relacionado al impacto Disminución de superficies con cobertura vegetal (BE2), ya que la eliminación de la vegetación reducirá la disponibilidad de áreas de alimento, refugio, descanso y de reproducción para la fauna silvestre. Además, la construcción de un vallado perimetral provocará que algunas especies de fauna silvestre presenten dificultades para acceder a otros hábitats debido a que tendrían que modificar sus rutas naturales de desplazamiento.
- **Afectación a la riqueza y abundancia de fauna silvestre (BE4):** Impacto con valoración de -28, de relevancia por la presencia de especies en categorías de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estará relacionado con el desplazamiento temporal o permanente de la fauna silvestre local hacia otras áreas, ya sea por la disminución de áreas de alimentación, descanso y refugio que se tendría por la remoción de la cobertura vegetal, o por las emisiones de ruidos y vibraciones producidas por la presencia humana, la realización de las diversas actividades constructivas y el uso de vehículos, maquinaria pesada y equipo. Además, de manera accidental se podrían presentar decesos de algunos ejemplares de fauna silvestre por el tránsito de maquinaria pesada y vehículos.
- **Disminución de superficies con cobertura vegetal (BE2):** Con un valor de -24, este impacto se presentará directamente por las actividades de desmonte, siendo de relevancia debido a la superficie de afectación y su permanencia, además de que la afectación repercutirá en la disponibilidad de hábitats para la fauna, así como en la disminución de otros servicios ambientales que la cobertura vegetal brinda, como la protección de agentes erosivos, la retención de agua para favorecer su infiltración, la captura de carbono, etc., sumándose

Consulta al Público

la superficie de remoción de la cobertura vegetal al de los cambios que se presentan en la RE, principalmente para el desarrollo agropecuario y urbano.

- **Afectación a la fauna voladora por colisión ocasionada por la infraestructura de la central fotovoltaica (BE5):** Impacto relacionado con la instalación de módulos fotovoltaicos, los cuales se considera que en grandes superficies pueden sen confundidos con cuerpos de agua, provocando que las aves colisionen con estas estructuras al realizar descensos o aterrizajes sobre ellos como si se tratase de un cuerpo de agua real. Aun cuando se considera que la ocurrencia del impacto sea por eventos aislados en determinadas especies, es clasificado como Impacto negativo significativo (-B) con un valor de -24 principalmente por ubicarse el Proyecto dentro de un AICA.

El resto de los impactos adversos corresponde a la Afectación de la riqueza y abundancia de la flora silvestre (BE1) con una Puntuación Ambiental de -18 correspondiente a Impacto negativo (-B).

IV.3.1.1.3. Impactos Económico – Operacionales (EO)

El único impacto adverso identificado, con un valor de -28 y clasificado como Impacto negativo significativo (-C), corresponde a la Afectación en el tránsito vehicular (EO1), el cual se producirá principalmente por la construcción del entronque del camino de acceso noreste con la carretera federal 180 así como por la maniobrabilidad requerida y las velocidades con que será transportada la maquinaria pesada y los materiales de construcción y equipos.

IV.3.1.1.4. Impactos Sociológico – Culturales (SC)

El impacto adverso de mayor relevancia será la Disminución de la calidad estética – paisajística (SC2) con Puntuación Ambiental de -32 (-C), el cual estará asociado a la remoción de la cobertura vegetal y la instalación de la infraestructura del Proyecto, lo que ocasionará una transformación del paisaje a condiciones de menor naturalidad, reduciendo su calidad visual.

Con una valoración de -12 y clasificado como Impacto negativo (-B) se tendrá el impacto de Afectación de la calidad de vida de la población aledaña a las obras (SC1), derivado de la generación de emisiones de partículas suspendidas (polvos), ruido, vibraciones y de residuos, así como por el incremento en el tráfico vehicular.

Consulta al Público

IV.3.1.2. Impactos Positivos

Además de los impactos adversos, se tendrán cuatro impactos positivos, siendo los de mayor relevancia los del componente Económico – Operacional (EO), en donde se presentan Puntuaciones Ambientales de 63 a 42 correspondientes a un Alto impacto positivo (D), tales como:

- **Impulso a la economía local y regional por la ejecución de obras (EO2):** Impacto con valor de 63, estará relacionado con la derrama económica que se generará por la renta de maquinaria y equipo pesado, la compra de insumos y materiales necesarios para la construcción, así como por la adquisición de bienes y servicios para el personal de obra, los cuales se prevé sean adquiridos en la región en la que se establecerá el Proyecto.
- **Generación de empleos (EO3):** Con un valor de 42, el impacto estará relacionado con los requerimientos de personal para la realización de las diversas actividades que se desarrollarán durante la preparación del sitio y construcción.

Con menor valoración y clasificado como Impacto positivo (B) se tendrá en el componente Físico – Químico la Recuperación de superficies para el desarrollo de la cobertura vegetal (BE3) derivado del retiro de maquinaria, obras provisionales y de materiales, lo que permitirá que en estas áreas se pueda iniciar un proceso de regeneración de la cobertura vegetal que podría mantenerse de manera permanente en aquellas áreas en las que no se interfiera con el funcionamiento de la infraestructura instalada. El retiro de maquinaria, obras provisionales y de materiales, además permitirá que se tenga un impacto positivo en el Mejoramiento de cualidades estético - paisajísticas en el componente Sociológico – Cultural, al disminuir la presencia de elementos no naturales en el área y al permitirse la regeneración natural de una cobertura vegetal, obteniendo una valoración de 7 y clasificándose como Bajo impacto positivo (A).

IV.3.2. Operación y mantenimiento

La **Tabla IV-10** presenta un resumen detallado de los resultados obtenidos en la evaluación de los impactos ambientales identificados durante la etapa de operación y mantenimiento. En la **Tabla IV-10** se incluyen tanto los valores obtenidos para cada uno de los criterios de evaluación específicos, como el valor ES (Puntuación Ambiental), que representa el resultado de la aplicación de la técnica semicuantitativa del RIAM.

Consulta al Público

Tabla IV-10 Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de operación y mantenimiento

Factores y atributos ambientales	Actividades del Proyecto	Impacto ambiental		Caracterización del impacto ambiental								Efectos
		Código	Descripción	Criterios de importancia de evaluación[2]					Puntuación ambiental	Intervalo de valores		
				A1	A2	B1	B2	B3	ES	Clase	Descripción	
Suelo (Calidad – Contaminación)	Operación de la subestación elevadora y cuarto de control, Mantenimiento de módulos FV, Mantenimiento a la infraestructura electromecánica, Mantenimiento a la infraestructura civil, y Mantenimiento a la red de caminos.	FQ14	Contaminación del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes	2	-1	2	2	2	-12	-B	Impacto negativo	Directo
Suelo (Calidad – Contaminación)	Operación de la subestación elevadora y cuarto de control, Mantenimiento de módulos FV, Mantenimiento a la infraestructura electromecánica, Mantenimiento a la infraestructura civil, y Mantenimiento a la red de caminos.	FQ15	Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP)	1	-1	2	2	2	-6	-A	Bajo impacto negativo	Directo
Suelo (Capa orgánica)	Mantenimiento de módulos FV.	FQ16	Recuperación de capa orgánica del suelo	1	+2	3	2	3	16	B	Impacto positivo	Indirecto
Suelo (Erosión)	Mantenimiento de módulos FV, y Mantenimiento a la red de caminos.	FQ17	Reducción del riesgo de erosión	2	+2	3	2	3	32	C	Impacto positivo significativo	Indirecto
Aire (Calidad – Contaminación)	Generación, conducción, transformación y transmisión de energía eléctrica	FQ18	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por la industria eléctrica	4	+3	3	2	3	96	E	Mayor impacto positivo	Directo
Aire (Calidad – Contaminación)	Operación de la subestación elevadora y cuarto de control, Mantenimiento de módulos FV, Mantenimiento a la infraestructura electromecánica, Mantenimiento a la infraestructura civil, y Mantenimiento a la red de caminos.	FQ19	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	2	-1	2	2	3	-14	-B	Impacto negativo	Directo
Aire (Confort sonoro)	Operación de la subestación elevadora y cuarto de control, Mantenimiento de módulos FV, Mantenimiento a la infraestructura electromecánica, Mantenimiento a la infraestructura civil, y Mantenimiento a la red de caminos.	FQ20	Alteración al confort sonoro	2	-1	2	2	2	-12	-B	Impacto negativo	Directo
Agua (Calidad del agua superficial)	Operación de la subestación elevadora y cuarto de control, Mantenimiento de módulos FV, Mantenimiento a la infraestructura electromecánica, Mantenimiento a la infraestructura civil, y Mantenimiento a la red de caminos.	FQ21	Contaminación del agua superficial	2	-1	2	2	3	-14	-B	Impacto negativo	Directo

Consulta al Público

Factores y atributos ambientales	Actividades del Proyecto	Impacto ambiental		Caracterización del impacto ambiental									Efectos
		Código	Descripción	Criterios de importancia de evaluación[2]					Puntuación ambiental	Intervalo de valores			
				A1	A2	B1	B2	B3	ES	Clase	Descripción		
Agua/Calidad del agua subterránea	Operación de la subestación elevadora y cuarto de control, Mantenimiento de módulos FV, Mantenimiento a la infraestructura electromecánica, Mantenimiento a la infraestructura civil, y Mantenimiento a la red de caminos.	FQ22	Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles y lubricantes y la inadecuada disposición de residuos	3	-1	2	3	1	-18	-B	Impacto negativo		Directo
Agua (Área-volumen de infiltración)	Mantenimiento de módulos FV.	FQ23	Recuperación del volumen de infiltración	1	+2	3	2	3	16	B	Impacto positivo		Indirecto
Agua (Demanda de agua cruda y potable)	Operación de la subestación elevadora y cuarto de control, Mantenimiento de módulos FV, Mantenimiento a la infraestructura civil, y Mantenimiento a la red de caminos.	FQ24	Incremento en la demanda de agua cruda y potable	3	-1	3	2	3	-24	-C	Impacto negativo significativo		Directo
Fauna (Diversidad de fauna)	Mantenimiento de módulos fotovoltaicos, Mantenimiento a la infraestructura civil, y Mantenimiento a la red de caminos.	BE7	Afectación a la riqueza y abundancia de la fauna silvestre	2	-1	2	2	2	-12	-B	Impacto negativo		Directo
Infraestructura y servicios (Infraestructura eléctrica)	Generación, conducción, transformación y transmisión de energía eléctrica.	EO4	Ampliación de la infraestructura de generación eléctrica	4	+2	3	2	3	64	D	Alto impacto positivo		Directo
Actividad económica (Economía local y regional)	Generación, conducción, transformación y transmisión de energía eléctrica, Operación de la subestación elevadora y cuarto de control, Mantenimiento de módulos FV, Mantenimiento a la infraestructura electromecánica, Mantenimiento a la infraestructura civil, y Mantenimiento a la red de caminos.	EO5	Impulso a la economía local y regional por la operación del Proyecto	3	+2	3	3	3	54	D	Alto impacto positivo		Directo
Actividad económica (Empleo)	Operación de la subestación elevadora y cuarto de control, Mantenimiento de módulos FV, Mantenimiento a la infraestructura electromecánica, Mantenimiento a la infraestructura civil, y Mantenimiento a la red de caminos.	EO6	Generación de empleos	3	+1	3	1	3	21	C	Impacto positivo significativo		Directo
Población (Calidad de vida)	Operación de la subestación elevadora y cuarto de control, Mantenimiento de módulos FV, Mantenimiento a la infraestructura electromecánica, Mantenimiento a la infraestructura civil, y Mantenimiento a la red de caminos.	SC4	Afectación de la calidad de vida de la población aledaña al Proyecto	2	-1	2	2	2	-12	-B	Impacto negativo		Directo

Consulta al Público

[1]Código: FQ (Impactos Físico – Químicos), BE (Impactos Biológico – Ecológicos), EO (Impactos Económico - Operacionales), SC (Impactos Sociológico – Culturales). [2]A1 (Importancia de la Condición), A2 (Magnitud del Cambio/Efecto), B1 (Permanencia), B2 (Reversibilidad), B3 (Acumulación).

La evaluación de los impactos ambientales generados durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto revela tanto efectos positivos como negativos sobre el entorno físico, químico, económico y social. En total, se identificaron 16 impactos ambientales potenciales de los cuales nueve fueron clasificados como negativos y siete como positivos.

Los impactos más relevantes en cada componente, tomando en cuenta tanto los aspectos negativos como los beneficios derivados de la operación y mantenimiento del Proyecto, se describen a continuación.

IV.3.2.1. Impactos Adversos

IV.3.2.1.1. Impactos Físico – Químicos (FQ)

Los impactos adversos en la etapa de operación y mantenimiento en general presentan un impacto de menor significancia que los que se presentan en la etapa de preparación del sitio y construcción, identificándose únicamente como relevante el Incremento en la demanda de agua cruda y potable (FQ24) con una valoración de -24 y clasificado como Impacto negativo significativo (-C).

- **Incremento en la demanda de agua cruda y potable (FQ24):** Los requerimientos de agua para el uso del personal que labore en las instalaciones del Proyecto, tanto para consumo personal (agua purificada) como para su uso en instalaciones sanitarias, así como para la realización de las actividades de mantenimiento, aun cuando los volúmenes sean considerablemente menores a los que se requerirán en la etapa de preparación del sitio y construcción, generaran una presión hídrica adicional y constante a la que actualmente ejercen al acuífero Costera de Veracruz (actualmente en sobreexplotación) las actividades productivas que se desarrollan en la RE como la agricultura de riego, la ganadería y la industria, así como por los requerimientos de agua en zonas urbanas como: Fraccionamiento Geovillas Los Pinos, Colinas de Santa Fe, Delfino Victoria y Vargas.

El resto de los impactos negativos, están clasificados como Impacto negativo (-B) y Bajo impacto negativo (-A). En la categoría de Impacto negativo se tiene: Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles y lubricantes y la inadecuada disposición de residuos (FQ22), Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión (FQ19), Contaminación del agua superficial (FQ21), Contaminación del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes (FQ14) y Alteración al confort sonoro (FQ20), impactos asociados principalmente con el inadecuado manejo de los residuos y el uso de vehículos y maquinaria

Consulta al Público

pesada. En la categoría de Bajo impacto negativo se tendrá a la Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP) [FQ15].

IV.3.2.1.2. Impactos Biológico – Ecológicos (BE)

El único impacto negativo identificado en el componente Biológico – Ecológico en la etapa de operación y mantenimiento corresponde a la Afectación a la riqueza y abundancia de la fauna silvestre (BE7), con un valor de -12 y clasificado como Impacto negativo (-B), el impacto estará asociado al desplazamiento de la fauna silvestre por las emisiones de ruido y vibraciones que se producirán principalmente por el uso de maquinaria pesada, vehículos y equipos durante la realización de actividades de mantenimiento, así como por la presencia de personal. Además, de manera accidental se podrían presentar decesos de algunos ejemplares de fauna silvestre por el tránsito de maquinaria pesada y vehículos.

IV.3.2.1.3. Impactos Sociológico – Culturales (SC)

Con una valoración de -12 y una clasificación de Impacto negativo (-B), el único impacto adverso en este componente corresponderá a la Afectación de la calidad de vida de la población aledaña al Proyecto (SC4), la cual estará asociada a emisiones de ruido, vibraciones, partículas suspendidas y residuos durante la realización de las distintas actividades de mantenimiento que se realizarán en el Proyecto, así como por un incremento en el tráfico vehicular cuando sea requerido el uso de maquinaria pesada para el mantenimiento de las instalaciones, principalmente si el traslado se realiza a través del camino de acceso suroeste, el cual tendría repercusiones directamente con las localidades El Hatillo y La Pureza.

IV.3.2.2. Impactos positivos

IV.3.2.2.1. Impactos Físico – Químicos (FQ)

Los impactos benéficos o positivos de mayor relevancia corresponderán a la Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por la industria eléctrica (FQ18) con un valor de 96 y una categoría definida como Mayor impacto positivo (E), y el impacto Reducción del riesgo de erosión (FQ17) con un valor de 32 y categorizado como Impacto positivo significativo (C), los cuales se describen a continuación:

- **Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por la industria eléctrica (FQ18):** Al reemplazar fuentes de energía convencionales, como las que utilizan recursos de origen

Consulta al Público

fósil (carbón, petróleo y gas natural), la generación de energía eléctrica por parte del Proyecto, considerada como energía limpia por producirse a partir de fuentes renovables (solar), contribuirá a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector eléctrico, particularmente de dióxido de carbono (CO_2), lo que a su vez ayudará a combatir el cambio climático.

- **Reducción del riesgo de erosión (FQ17):** La regeneración de la cobertura vegetal en el área de módulos fotovoltaicos y la reincorporación de los residuos vegetales al suelo durante el desbroce que se realizará como parte de los mantenimientos del área de módulos fotovoltaicos, permitirá la protección del suelo contra los agentes erosivos como el viento y el escurrimiento superficial durante eventos de lluvia. Además, el mantenimiento a la red de caminos, específicamente a las obras de drenaje, permitirá conducir los flujos de agua que potencialmente pudieran poner en riesgo la estabilidad de los caminos, tal como su erosión.

El resto de los impactos positivos corresponderán a la Recuperación de capa orgánica del suelo (FQ16) y la Recuperación del volumen de infiltración (FQ23), ambos con valores de 16 y categorizados como Impacto positivo (B), mismos que estarán asociados con el mantenimiento del área de módulos fotovoltaicos, al reincorporar al suelo los residuos vegetales que se produzcan durante las actividades de desbroce de la vegetación en esta área.

IV.3.2.2.2. Impactos Económico – Operacionales (EO)

En el componente Económico – Operacionales se tendrán tres impactos positivos, siendo los tres de relevancia, dos de ellos con la categoría de Alto impacto positivo (D) correspondientes a: Ampliación de la infraestructura de generación eléctrica (EO4) con un valor de 64 y el Impulso a la economía local y regional por la operación del Proyecto (EO5) con un valor de 54, mientras que en la categoría Impacto positivo significativo se tendría a la Generación de empleos (EO6) con un valor de 21:

- **Ampliación de la infraestructura de generación eléctrica (EO4):** Impacto con el que contribuirá directamente la operación del Proyecto, aumentando la presencia de proyectos de generación de energía eléctrica a nivel nacional y que contribuirá al abasto de la demanda actual y futura de energía eléctrica.
- **Impulso a la economía local y regional por la operación del Proyecto (EO5):** La operación y mantenimiento del Proyecto impulsará la economía local y regional no solo mediante la generación de empleos, sino también a través del consumo de insumos y servicios. Además, se mejorarán las finanzas municipales mediante el pago de impuestos, y se generarán

Consulta al Público

oportunidades para proveedores locales. Asimismo, contribuirá a la diversificación económica, fortaleciendo el desarrollo sostenible de la región.

- **Generación de empleos (EO6):** Debido a los requerimientos de personal, para la realización de las diversas actividades concernientes a la operación y mantenimiento, se generarán empleos permanentes y temporales, algunos de los cuales serán para los habitantes de las comunidades cercanas al Proyecto, lo que te contribuirá a la reducción de la pobreza, mejorando los ingresos familiares y fomentando el desarrollo de habilidades laborales.

IV.3.3. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

La Tabla **IV-11** presenta los resultados obtenidos en la evaluación de los impactos ambientales identificados durante la etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones, en donde se incluyen tanto los valores obtenidos para cada uno de los criterios de evaluación específicos, como el valor ES (Puntuación Ambiental), que representa el resultado de la aplicación de la técnica semicuantitativa del RIAM.

La evaluación de los impactos ambientales generados durante la etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones del Proyecto refleja tanto efectos negativos como positivos en los diferentes factores ambientales. En total, se identificaron 18 impactos ambientales potenciales de los cuales siete fueron clasificados como negativos y once como positivos.

Los impactos más relevantes en cada componente, tomando en cuenta tanto los aspectos negativos como los beneficios derivados del desmantelamiento y abandono de las instalaciones, se describen a continuación.

Consulta al Público

Tabla IV-11 Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Factores y atributos ambientales	Actividades del Proyecto	Impacto ambiental		Caracterización del impacto ambiental								Efectos
		Código[1]	Descripción	Criterios de importancia de evaluación[2]					Puntuación ambiental	Intervalo de valores		
				A1	A2	B1	B2	B3	ES	Clase	Descripción	
Suelo (Calidad – Contaminación)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	FQ25	Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP)	2	-2	2	2	2	-24	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Suelo (Capa orgánica)	Retiro de cimentaciones.	FQ26	Recuperación de capa orgánica del suelo	1	+2	3	2	3	16	B	Impacto positivo	Indirecto
Suelo (Erosión)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Retiro de cimentaciones.	FQ27	Reducción del riesgo de erosión	2	+2	3	2	3	32	C	Impacto positivo significativo	Indirecto
Aire (Clima)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos.	FQ28	Regulación del microclima	2	+2	3	2	2	28	C	Impacto positivo significativo	Directo
Aire (Calidad – Contaminación)	Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	FQ29	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	3	-1	2	2	3	-21	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Aire (Confort sonoro)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	FQ30	Alteración al confort sonoro	2	-2	2	2	3	-28	-C	Impacto negativo significativo	Directo
Agua (Calidad del agua superficial)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	FQ31	Contaminación del agua superficial	2	-1	2	2	3	-14	-B	Impacto negativo	Directo
Agua/Calidad del agua subterránea	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	FQ32	Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles y lubricantes y la inadecuada disposición de residuos	3	-1	2	3	1	-18	-B	Impacto negativo	Directo
Agua (Área-volumen de infiltración)	Retiro de cimentaciones.	FQ33	Recuperación del volumen de infiltración	1	+1	3	2	3	8	A	Bajo impacto positivo	Directo

Consulta al Público

Factores y atributos ambientales	Actividades del Proyecto	Impacto ambiental		Caracterización del impacto ambiental								Efectos
		Código[1]	Descripción	Criterios de importancia de evaluación[2]					Puntuación ambiental	Intervalo de valores		
				A1	A2	B1	B2	B3	ES	Clase	Descripción	
Vegetación (Diversidad florística)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	BE8	Recuperación de la riqueza y abundancia de flora silvestre	1	+1	3	3	3	9	A	Bajo impacto positivo	Directo
Vegetación (Cobertura vegetal)	Retiro de cimentaciones.	BE9	Recuperación de superficies para el desarrollo de la cobertura vegetal	1	+1	3	2	2	7	A	Bajo impacto positivo	Directo
Fauna (Diversidad de fauna)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	BE10	Recuperación de la riqueza y abundancia de fauna silvestre	1	+1	3	2	2	7	A	Bajo impacto positivo	Directo
Fauna (Disponibilidad de hábitats)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	BE11	Recuperación de hábitats	2	+2	3	2	2	28	C	Impacto positivo significativo	Directo
Infraestructura y servicios (Tránsito vehicular)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	EO7	Afectación en el tránsito vehicular	2	-1	2	2	3	-14	-B	Impacto negativo	Directo
Actividad económica (Economía local y regional)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	EO8	Impulso a la economía local y regional por las actividades de desmantelamiento	3	+2	2	2	3	42	D	Alto impacto positivo	Directo
Actividad económica (Empleo)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	EO9	Generación de empleos	3	+2	2	2	3	42	D	Alto impacto positivo	Directo
Población (Calidad de vida)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	SC5	Afectación de la calidad de vida de la población aledaña al Proyecto	2	-1	2	2	2	-12	-B	Impacto negativo	Directo
Valores culturales (Cualidades estéticas – paisajísticas)	Desconexión y desmontaje de módulos fotovoltaicos, Desmantelamiento de instalaciones eléctricas, y Retiro de cimentaciones.	SC6	Mejoramiento de cualidades estético – paisajísticas	2	+2	3	2	2	28	C	Impacto positivo significativo	Directo

[1]Código: FQ (Impactos Físico – Químicos), BE (Impactos Biológico – Ecológicos), EO (Impactos Económico - Operacionales), SC (Impactos Sociológico – Culturales). [2]A1 (Importancia de la Condición), A2 (Magnitud del Cambio/Efecto), B1 (Permanencia), B2 (Reversibilidad), B3 (Acumulación).

Consulta al Público

IV.3.3.1. Impactos Adversos

IV.3.3.1.1. Impactos Físico – Químicos (FQ)

Los impactos negativos de mayor relevancia identificados en este componente serían cuatro, todos ellos con clasificación de Impacto negativo significativo (-C), los cuales corresponden a:

- **Alteración al confort sonoro (FQ30):** Con un valor de -28 el impacto que tendrá repercusiones en las localidades cercanas al Área del Proyecto y a la fauna presente en la zona, consistirá en la contaminación acústica derivada del uso de vehículos y maquinaria pesada, desmantelamiento de instalaciones, demolición de edificaciones y retiro de cimentaciones, así como por el movimiento de residuos. Durante la realización de algunas actividades de desmantelamiento y por ciertos periodos de tiempo, se considera que las emisiones de ruido superarán los niveles que producen las actividades que se presentan en el Área del Proyecto y sus alrededores, haciendo que su efecto sea significativo.
- **Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP) [FQ25]:** Impacto con valor de -24 que potencialmente podría ocurrir por el manejo inadecuado de los residuos que se generen durante el desmantelamiento de las instalaciones, será de relevancia debido a la alta cantidad de residuos que se prevé sean generados durante la etapa.
- **Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión (FQ29):** Con un valor de -21 el impacto estará asociado a las emisiones de gases de combustión por el uso de vehículos y maquinaria, y la generación de partículas suspendidas que se producirán principalmente por el proceso de demolición y por la circulación de vehículos y maquinaria en caminos de terracería. Las emisiones de los contaminantes se sumarán a las emisiones de las principales actividades productivas en la RE así como de sus áreas urbanas.

Con un valor de -18 y clasificado como Impacto negativo (-B) se presentará adicionalmente la Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles y lubricantes y la inadecuada disposición de residuos, el cual no se considera significativo por la permeabilidad baja a media de las unidades hidrogeológicas en las que se establecerá el Proyecto, mientras que con una valoración de -14 y clasificado también como Impacto negativo (-B) se tendrá a la Contaminación del agua superficial (FQ31), impacto que no tendrá relevancia debido a que en el Área del Proyecto no se localizan corrientes o cuerpos de agua, por lo que en caso de presentarse incidentes de contaminación, esta principalmente se mantendría dentro del Área del Proyecto o

Consulta al Público

en sus alrededores cuando las fuentes de contaminación se presenten en los linderos o en los caminos de acceso.

IV.3.3.1.2. Impactos Económico – Operacionales (EO)

Se identifica únicamente como impacto adverso en este componente a la Afectación en el tránsito vehicular (EO7) con un valor de -14 y clasificado como Impacto negativo (-B), impacto que se tendrá por el desplazamiento de maquinaria pesada requerida para las actividades de desmantelamiento y de camiones de carga para el retiro de residuos, sin embargo, no se considera significativo debido a que se podrán aprovechar los caminos de acceso construidos y/o acondicionados para el Proyecto, ofreciendo dos alternativas para el tránsito de la maquinaria y camiones requeridos en la etapa.

IV.3.3.1.3. Impactos Sociológico – Culturales (SC)

En este componente se tendrá como impacto negativo a la Afectación de la calidad de vida de la población aledaña al Proyecto (SC5) con una valoración de -12 correspondiente a una clasificación como Impacto negativo (-B). El impacto estará asociado a un mal manejo en la generación de emisiones de partículas suspendidas (polvos), ruido, vibraciones y residuos, así como el incremento en el tráfico vehicular.

IV.3.3.2. Impactos Positivos

IV.3.3.2.1. Impactos Físico – Químicos (FQ), Biológico – Ecológicos (BE), Económico – Operacionales (EO), Sociológico – Culturales (SC)

El desmantelamiento de las instalaciones repercutirá positivamente en diversos factores ambientales, debido principalmente a la recuperación de una cobertura vegetal en el área que tendrá crecimiento libre en todos los estratos que pudieran establecerse y a la liberación de áreas que contenían algún tipo de infraestructura. Los impactos previstos serán: en el componente Físico – Químico (FQ), con Impacto positivo significativo (C) y valor de 32 la Reducción del riesgo de erosión (FQ27) y con valor de 28 la Regulación del microclima (FQ28), con Impacto positivo (B) y valor de 16 la Recuperación de capa orgánica del suelo (FQ26), y con Bajo impacto positivo y valor de 8 la Recuperación del volumen de infiltración (FQ33); en el componente Biológico – Ecológico (BE), con Impacto positivo significativo (C) y valor de 28 la Recuperación de hábitats (BE11), con Bajo impacto positivo (A) la Recuperación de la riqueza y abundancia de flora silvestre (BE8) con valor de 9, Recuperación de superficies para el desarrollo de la cobertura vegetal (BE9) con valor

Consulta al Público

de 7 y Recuperación de la riqueza y abundancia de fauna silvestre (BE10) igualmente con valor de 7; en el componente Sociológico – Cultural (SC), con Impacto positivo significativo (C) y valor de 28 el Mejoramiento de cualidades estético – paisajísticas (SC6).

Asociado a los requerimientos de personal, bienes y servicios para la realización de las diversas actividades de desmantelamiento de las instalaciones se tendrán impactos clasificados como Alto impacto positivo(D) con valores de 42, en los cuales se tendrá el Impulso a la economía local y regional por las actividades de desmantelamiento (EO8) y la Generación de empleos (EO9).

IV.4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

En atención a los impactos ambientales que serán generados por el desarrollo del Proyecto, y considerando las actividades y/o procesos que los originan, en el presente apartado se establece una serie de medidas ambientales que deberán de aplicarse con el fin de prevenir, mitigar, restaurar o compensar los impactos ambientales, considerando para ello las siguientes definiciones:

- **Medidas preventivas:** conjunto de acciones que deberán de ejecutarse para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- **Medidas de mitigación:** conjunto de acciones que deberán de ejecutarse para atenuar los efectos previsibles de deterioro del ambiente, incluyendo aquellas acciones necesarias para el cumplimiento de disposiciones establecidas en distintos ordenamientos o regulaciones ambientales.
- **Medidas de restauración:** conjunto de actividades o acciones tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- **Medidas de compensación:** conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ambiente.

Es importante considerar que la implementación de las medidas propuestas y la ejecución de los Programas de Gestión Ambiental, a los que se hacen alusión en algunas medidas en particular, deberán ser realizadas de manera rigurosa, para obtener el éxito deseado en cuestiones ambientales durante la implementación del Proyecto.

Consulta al Público

IV.4.1. Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración por factor ambiental

A continuación, se describen las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración propuestas para cada uno de los factores ambientales: morfología, suelo, aire, agua, vegetación, fauna, infraestructura y servicios, actividad económica, población, y valores culturales; mismas que se deberán implementar para evitar la generación de impactos ambientales adversos, reduciendo, controlando o minimizando su magnitud, extensión o duración. Dichas medidas son identificadas mediante la letra inicial correspondiente (P: prevención, M: mitigación, C: compensación y R: restauración) y un número consecutivo conforme al orden de aparición.

Si bien, gran parte de las medidas propuestas atienden diversos impactos, las medidas serán descritas en el factor ambiental de mayor afectación. Asimismo, al final de la descripción de las medidas se indica entre paréntesis la clave de los impactos correspondientes a los demás factores ambientales en los que la medida también tiene aplicabilidad.

IV.4.1.1. Morfología

Los impactos identificados en el factor Morfología corresponden principalmente a la Modificación de la topografía y morfología del sitio (FQ1), para el cual, las medidas definidas corresponden a la siguientes:

- **P01**: Las actividades que impliquen movimientos de tierras como lo son: despalmes, cortes, excavaciones, rellenos y nivelaciones, deberán de realizarse únicamente en las áreas estrictamente necesarias para la instalación de los componentes del Proyecto, con el fin de no afectar áreas fuera de estos límites.
- **R01**: El nivel del relleno de las zanjas u otras excavaciones, en las que no se establezcan componentes o infraestructura sobre ellas, deberá de ajustarse a las condiciones topográficas naturales del terreno en la que se establezcan.
- **P02**: El material que se extraiga de las excavaciones y que no sea apto para relleno o nivelaciones, no deberá de mantenerse dentro del Área del Proyecto para evitar que su disposición altere la configuración natural del relieve, por lo que deberá de retirarse a depósitos que cuenten con las autorizaciones correspondientes para la disposición del material en ellos.

Consulta al Público

IV.4.1.2. Suelo

En el factor Suelo, los impactos identificados corresponden a: Contaminación del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes (FQ2, FQ14), Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP) [FQ3, FQ15, FQ25], Disminución de la fertilidad del suelo (FQ4), e Incremento en el grado de erosión (FQ5), para los cuales se definen las siguientes medidas:

- **P03**: Previo al inicio de actividades se deberá inspeccionar el estado del equipo o maquinaria y verificar la presencia de kit antiderrames, con el fin de prevenir derrames y contaminación del suelo identificando oportunamente fallas mecánicas, fugas o condiciones inseguras en la maquinaria y equipo utilizados (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ2 y FQ14 del presente factor).
- **P04**: Estará prohibida la realización de mantenimiento mayor a la maquinaria pesada y/o vehículos dentro del Área del Proyecto. En caso de presentarse averías en sitio, con el fin de evitar fugas o derrames de combustibles y lubricantes hacia el suelo, se deberá utilizar implementos adecuados como bandejas o charolas de contención, o la habilitación de superficies impermeables como plástico negro grueso con arena en los bordes (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ2 y FQ14 del presente factor, así como a los impactos ambientales FQ10, FQ11, FQ21, FQ22, FQ31 y FQ32 del factor agua).
- **P05**: El mantenimiento menor o preventivo de maquinaria pesada o vehículos, dentro del Área del Proyecto, deberá realizarse en un sitio designado específicamente para ello, donde se garantice que cualquier fuga o derrame de combustibles no entre en contacto con el suelo (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ2 y FQ14 del presente factor, así como a los impactos ambientales FQ10, FQ11, FQ21, FQ22, FQ31 y FQ32 del factor agua).
- **P06**: La instalación de generadores móviles para el suministro de energía eléctrica, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, deberá realizarse sobre una base de material impermeable para evitar que las filtraciones de combustible o aceite lleguen al suelo (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ2 del presente factor, así como a los impactos ambientales FQ10 y FQ11 del factor agua).
- **P07**: Dentro del Área del Proyecto, se debe disponer de un sitio de acceso controlado con una superficie impermeable, destinado al almacenamiento seguro de sustancias químicas (gasolina, diésel, solventes, pintura, aditivos, etc.). Esto garantizará que, en caso de fugas o derrames, no se contamine el suelo. Las sustancias deberán mantenerse en recipientes

Consulta al Público

adecuados a su composición química, con datos de identificación y características de manejo claramente visibles, además de contar con un cierre apropiado. La transferencia de sustancias deberá realizarse mediante aditamentos diseñados específicamente para ello y sobre una superficie impermeable (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ2 y FQ14 del presente factor, así como a los impactos ambientales FQ10, FQ11, FQ21, FQ22, FQ31 y FQ32 del factor agua).

- **M01**: Toda maquinaria utilizada en el Área del Proyecto deberá estar equipada con un kit contra derrames. Adicionalmente, los operadores de estos equipos deben estar capacitados en el manejo y atención de derrames. En caso de ocurrir un derrame, la primera acción a realizar será la contención de este utilizando el kit contra derrames, para posteriormente recolectar el suelo contaminado y todos los elementos impregnados con las sustancias, tratándolos como residuos peligrosos (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ2 y FQ14 del presente factor).
- **P08:** Se deberán de implementar actividades de manejo de residuos sólidos urbanos (RSU), las cuales deberán incluir actividades de recolección, separación, almacenamiento, transporte de residuos fuera del Área del Proyecto y disposición final. El almacenamiento de los RSU será primordial para evitar la dispersión de los residuos y con ello problemas de contaminación, por lo que, durante la preparación del sitio y construcción, se deberán de colocar recipientes en áreas estratégicas, en todos los frentes de trabajo, privilegiando la separación en orgánicos e inorgánicos (reciclables y no reciclables) y para lo cual, los recipientes deberán de ser adecuadamente identificados con el residuo a contener y de preferencia ser diferenciados a través de colores, incluyendo además en áreas específicas ayudas visuales para la adecuada segregación de los residuos.

  Durante la etapa de operación y mantenimiento, se deberán de habilitar sitios permanentes destinados a la disposición temporal de RSU, con recipientes diferenciados para la separación y almacenamiento adecuado de los residuos generados. Durante la realización de actividades de mantenimiento que así lo requieran, se deberán de instalar en los alrededores del frente de trabajo y durante el tiempo que dure la actividad, recipientes adecuados para el almacenamiento temporal de los residuos generados, mismos que al finalizar la jornada laboral deberán ser transportados y dispuestos en alguno de los sitios de almacenamiento de RSU del Proyecto.

  Los RSU generados, deberán ser recolectados para su disposición final por el servicio de limpia municipal, previo acuerdo entre ambas partes, o bien, por uno particular con los

Consulta al Público

permisos o autorizaciones requeridos para ello (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ3, FQ15 y FQ25 del presente factor).

- **P09:** Se deberán de implementar actividades de manejo de residuos de manejo especial (RME), las cuales deberán incluir actividades de recolección, separación, almacenamiento, transporte de residuos fuera del Área del Proyecto y disposición final. Se recomienda que los residuos susceptibles de reciclaje, especialmente de metales y madera se separen y se envíen a compañías dedicadas a esta actividad, para lo cual se deberá de contar con las autorizaciones y/o permisos pertinentes para el transporte y disposición de dichos residuos (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ3, FQ15 y FQ25 del presente factor).
- **P10:** Para evitar que el suelo entre en contacto directo con el concreto y se altere su composición, deberán de habilitarse sitios con una superficie impermeable, señalizadas y acordonadas, para la preparación de concreto, así como para la limpieza de las herramientas y/o maquinaria utilizada para ello (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ3 y FQ15 del presente factor).
- **P11:** Se deberán de implementar actividades de manejo de residuos peligrosos (RP) acordes con lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, habilitando para ello un almacén exclusivo para los residuos conforme a la reglamentación mencionada. Se deberán de contratar proveedores autorizados para el manejo de los RP fuera del Área del Proyecto como lo es recolección, transporte y disposición final (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ3, FQ15 y FQ25 del presente factor).
- **R02:** La capa de suelo orgánico proveniente del despalme deberá de mantenerse de manera independiente al resto de materiales extraídos de las excavaciones, siendo almacenada en montículos estables en un área con acceso controlado y con condiciones adecuadas que no favorezcan su pérdida por lluvia o viento, para su posterior reutilización al término de las obras o durante la operación y mantenimiento como mejorador de suelos en aquellas superficies que así lo requieran (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ4 del presente factor).
- **P12:** El desmonte y despalme se limitará exclusivamente a las áreas especificadas en la presente MIA-R y en el estudio técnico justificativo que se presentará para obtener la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Asimismo, las actividades deberán ejecutarse de manera gradual y direccional (Esta medida tiene aplicabilidad a los impactos ambientales FQ4 y FQ5 del presente factor, así como al impacto FQ6 del factor

Consulta al Público

ambiental aire, al impacto FQ12 del factor agua, a los impactos BE1 y BE2 del factor vegetación y a los impactos BE4 y BE6 del factor fauna).

- **R03, M02:** Los residuos vegetales generados por las actividades de desmonte, de la etapa de preparación del sitio, deberán ser triturados o picados, mezclados y esparcidos como mejorador de suelo dentro de aquellas áreas del Proyecto que así lo requieran, en donde además podrán brindar una protección al suelo de los agentes erosivos. En el caso de los residuos vegetales que se obtengan de la poda y desbroce durante las etapas de operación y mantenimiento, éstos se mantendrán en la misma área que se generen enriqueciendo y protegiendo el suelo (Esta medida tiene aplicabilidad a los impactos ambientales FQ4 y FQ5 del presente factor).
- **R04:** Para recuperar la protección del suelo de los agentes erosivos, en las áreas en las que no se instale algún tipo de equipo o infraestructura como en las áreas de tránsito temporal y área de módulos fotovoltaicos, se permitirá la regeneración de la cobertura vegetal en una condición predominantemente herbácea o arbustiva que no interfiera con la productividad y/o seguridad de los equipos instalados o infraestructura o que impida el acceso a determinadas áreas para llevar a cabo acciones de mantenimiento (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ4 y FQ5 del presente factor, así como al impacto ambiental FQ6 del factor ambiental aire y al impacto FQ12 del factor agua).
- **M03:** Dependiendo de la disponibilidad del recurso, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se deberán efectuar riegos con agua tratada o agua cruda, en aquellas áreas de suelo desnudo que hayan sido sujetas de despalme, para disminuir la erosión eólica. Igualmente se deberán de efectuar riegos durante reparaciones de caminos en la etapa de operación y mantenimiento, y durante las horas de alto tránsito vehicular en época de sequía. El agua utilizada para la realización de riegos se obtendrá de aprovechamientos comerciales que cuenten con todos los permisos y cumplan con la reglamentación ambiental (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ5 del presente factor, así como a los impactos ambientales FQ7 y FQ19 del factor ambiental aire).
- **P13**: Se deberán de realizar obras de drenaje a lo largo de los caminos internos y de acceso del Proyecto para evitar que el flujo de agua sobre los mismos o en áreas aledañas provoquen erosión hídrica del suelo. Las obras de drenaje deberán incorporar elementos que reduzcan y dispersen la velocidad del agua en su punto de descarga, garantizando que las aguas recolectadas mantengan su flujo natural (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ5 del presente factor, así como al impacto ambiental FQ9 del factor agua).

Consulta al Público

IV.4.1.3. Aire

Los impactos adversos identificados en el factor Aire por el desarrollo del Proyecto corresponden a: Modificación del microclima (FQ6), Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión (FQ7, FQ19, FQ29) y Alteración al confort sonoro (FQ8, FQ20, FQ30), para los cuales se han establecido las siguientes medidas:

- **P12:** Con el fin de evitar modificaciones adicionales en el microclima, el desmonte requerido para el establecimiento de la infraestructura del Proyecto estará limitado exclusivamente a las áreas especificadas en la presente MIA-R y en el estudio técnico justificativo que se presentará para obtener la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que por ningún motivo el desmonte se realizará fuera de las áreas autorizadas (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ6 del presente factor, así como a los impactos FQ4 y FQ5 del factor suelo, al impacto FQ12 del factor agua, a los impactos BE1 y BE2 del factor vegetación y a los impactos BE4 y BE6 del factor fauna).
- **R04:** Para la recuperación o mejora de las condiciones de microclima que se presentaban previamente en el lugar, en las áreas en las que no se instale algún tipo de equipo o infraestructura como en las áreas de tránsito temporal y área de módulos fotovoltaicos, se permitirá la regeneración de la cobertura vegetal en una condición predominantemente herbácea o arbustiva que no interfiera con la productividad y/o seguridad de los equipos instalados o infraestructura o que impida el acceso a determinadas áreas para llevar a cabo acciones de mantenimiento (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ6 del presente factor, así como a los impactos FQ4 y FQ5 del factor suelo).
- **M04**: En todas las etapas del Proyecto será obligatorio que los camiones de carga que transporten materiales de construcción o residuos de manejo especial (material particulado), circulen cubiertos con lonas u otros materiales de cubierta perfectamente sujetas. Adicionalmente, el transporte de materiales se deberá de realizar en lo posible en fase húmeda (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ7, FQ19 y FQ29 del presente factor).
- **M05**: Para minimizar la emisión de polvos, se deberán de establecer restricciones de velocidad para el tránsito de vehículos y maquinaria en los caminos de acceso e internos del Proyecto, siendo permitido como máximo una velocidad de 20 km/h (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ7, FQ19 y FQ29 del presente factor).
- **P14**: No se permitirá quemar la vegetación ni usar agroquímicos para las actividades de desmonte en la etapa de preparación del sitio o para el deshierbe o control de la cobertura

Consulta al Público

vegetal en la etapa de operación y mantenimiento, evitando con ello la generación de humos o gases contaminantes hacia la atmósfera (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ7, FQ19 del presente factor).

- **P15**: Con objeto de disminuir las emisiones a la atmósfera durante las diferentes etapas del Proyecto, por ningún motivo se efectuará la quema de basura, residuos vegetales y otros desechos (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ7, FQ19 y FQ29 del presente factor).
- **M06**: Durante todas las etapas del Proyecto, se deberá solicitar a los contratistas apagar los motores que utilizan diésel cuando los equipos no estén activos. Del mismo modo, para los camiones de transporte de materiales, será necesario apagar los motores cuando los tiempos de espera para cargar o descargar sea mayor a 5 minutos (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ7, FQ19 y FQ29 del presente factor).
- **M07:** Para minimizar las emisiones de gases y humos a la atmósfera, los equipos, vehículos y maquinaria que se utilicen durante las diferentes etapas del Proyecto deberán estar en óptimas condiciones de operación y contar con un programa de mantenimiento periódico acorde a las especificaciones de su fabricante (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ7, FQ19 y FQ29 del presente factor).
- **M08**: Con el fin de minimizar las emisiones de gases de los vehículos, camionetas y camiones que sean utilizados en las distintas actividades del Proyecto, estos deberán de cumplir con lo establecido en las siguientes normas:
  - 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 combustibles.
  - NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.
  - NOM-044-SEMARNAT-2017. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto

Consulta al Público

vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.

- NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
- NOM-050-SEMARNAT-2018, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.
- 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 valorativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.

(Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ7, FQ19 y FQ29 del presente factor).

- **M09:** Para reducir el incremento en los niveles de ruido ocasionado por el empleo de maquinaria pesada, principalmente durante la etapa de preparación del sitio, se recomienda solicitar a los contratistas de la obra, la instalación de silenciadores en sus unidades (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ8, FQ20 y FQ30 del presente factor).
- **M10**: Con el fin de minimizar las emisiones de ruido durante todas las etapas del Proyecto, los vehículos, camionetas y camiones utilizados en las distintas actividades del Proyecto estarán condicionados al cumplimiento de lo establecido en la siguiente norma:
  - 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.

  (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ8, FQ20 y FQ30 del presente factor).

Consulta al Público

IV.4.1.4. Agua

En el factor Agua, los impactos adversos identificados corresponden a: Alteración a la hidrología superficial (FQ9), Contaminación del agua superficial (FQ10, FQ21, FQ31), Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles lubricantes y la inadecuada disposición de residuos (FQ11, FQ22, FQ32), Reducción del volumen de infiltración (FQ12) e Incremento en la demanda de agua cruda y potable (FQ13, FQ24), impactos para los cuales se han establecido las siguientes medidas:

- **P16**: Durante las distintas etapas del Proyecto, se prohibirá la disposición de cualquier tipo de material, así como de residuos (sólido urbano, manejo especial o peligrosos) en corrientes de agua o en sus alrededores, y para lo cual, su disposición deberá realizarse en contenedores y sitios adecuados para tal fin (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ9, FQ10, FQ21 y FQ31 del presente factor).
- **P17**: Estará completamente prohibido la descarga de aguas residuales a corrientes o cuerpos de agua. Por ello, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en aquellas actividades que así lo requieran en la etapa de operación y mantenimiento y durante la etapa de desmantelamiento y abandono, se deberán utilizar sanitarios portátiles, en proporción de uno por cada 20 trabajadores, siendo contratado para ello un proveedor que cuente con los permisos y autorizaciones necesarias para la prestación del servicio y el manejo de las aguas residuales (recolección y transporte) y que lleve a cabo su disposición final en sitios autorizados (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ10, FQ21 y FQ31del presente factor, así como a los impactos ambientales FQ3, FQ15 y FQ25 del factor ambiental suelo).
- **P18, M11**: Durante todas las etapas del Proyecto se realizarán pláticas de concientización ambiental, entre las cuales se podrían tratar temas enfocados al cuidado y aprovechamiento del agua doméstica y la requerida para la construcción del Proyecto a fin de optimizar su uso y evitar su contaminación, mientras que durante la operación y mantenimiento las pláticas se podrían enfocar a las actividades propias que se lleven en la etapa del Proyecto (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ10, FQ13, FQ21, FQ24 y FQ31 del presente factor).
- **P19**: Toda maquinaria utilizada en el Área del Proyecto deberá estar equipada con un kit contra derrames. Adicionalmente, los operadores de estos equipos deben estar capacitados en el manejo y atención de derrames. En caso de ocurrir un derrame, y con el fin de evitar que el derrame alcance alguna fuente de agua y la contamine, la primera

Consulta al Público

acción a realizar será la contención de este utilizando el kit contra derrames, para posteriormente recolectar el suelo contaminado y todos los elementos impregnados con las sustancias, tratándolos como residuos peligrosos (Esta medida tiene aplicabilidad a los impactos ambientales FQ10, FQ21, FQ31 y FQ11, FQ22, FQ32 del presente factor).

- **P20**: Con el fin de evitar la compactación del suelo en áreas innecesarias y con ello mantener su capacidad de infiltración, el desplazamiento de maquinaría o vehículos pesados deberá de realizarse estrictamente sobre los caminos internos del Proyecto (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ12 del presente factor).
- **M12**: El agua necesaria para el Proyecto en todas sus etapas se obtendrá a través de aprovechamientos comerciales que cuenten con todos los permisos y cumplan con la reglamentación ambiental correspondiente (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ13 y FQ24 del presente factor).
- **M13**: En medida de la disposición de los recursos requeridos y de las actividades en las que sea posible, como el riego de caminos, se deberá reducir la demanda de agua cruda a través del uso de agua tratada (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental FQ13 y FQ24 del presente factor).

IV.4.1.5. Vegetación

Los impactos adversos identificados en el factor Vegetación corresponden a: Afectación de la riqueza y abundancia de la flora silvestre (BE1) y Disminución de superficies con cobertura vegetal (BE2), para los cuales, se establecen las siguientes medidas:

- **M14:** Previo al desmonte, se deberá verificar si existen individuos de especies relevantes o dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que no hayan sido identificadas en la presente MIA-R y que sean susceptibles de ser rescatadas, para ser incluidos en las acciones de reubicación de flora e inclusive en actividades de reforestación (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental BE1 del presente factor).
- **M15:** Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, enfocado específicamente en especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que sean de importancia ecológica o de uso tradicional, cuyas características dasométricas hagan viable su rescate durante la etapa de preparación del sitio y construcción (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental BE1 y BE2 del presente factor).

Consulta al Público

- **C01**: Se implementará un Programa de Reforestación en un área cuando menos igual a la superficie forestal afectada (83.936 ha), contemplando para ello la plantación de especies nativas en un área o áreas preferentemente desprovistas de vegetación o con baja densidad arbórea en las cuales la normatividad aplicable en la materia lo permita (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental BE1 y BE2 del presente factor, así como al impacto ambiental FQ12 del factor ambiental agua, al impacto BE6 del factor ambiental fauna y al impacto SC2 del factor ambiental valores culturales).
- **C02**: Dado que, por las actividades de desmonte se tendrá una afectación en vegetación forestal, el Proyecto se sujetará a los procedimientos necesarios para obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, entre ellos la aportación correspondiente al Fondo Forestal Mexicano para ser utilizada para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental BE1 y BE2 del presente factor).
- **P18**: Durante todas las etapas del Proyecto se realizarán pláticas de concientización ambiental, entre las cuales se podrían tratar temas enfocados a la importancia de la cobertura vegetal y de las especies que las conforman, informando además la prohibición de la colecta, comercialización y tráfico de las especies de flora silvestre tanto en el Área del Proyecto como en sus alrededores (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental BE1 y BE2 del presente factor).

IV.4.1.6. Fauna

En el factor Fauna, los impactos ambientales de tipo adversos identificados son: Afectación a la riqueza y abundancia de la fauna silvestre (BE4, BE7), Afectación a la fauna voladora por colisión ocasionada por la infraestructura de la central fotovoltaica (BE5) y Pérdida de hábitat disponible para la fauna silvestre (BE6). Las medidas definidas para este factor corresponden a las siguientes:

- **P21**, **M16**: Con el objetivo de prevenir o minimizar las afectaciones a los individuos de fauna silvestre que se encuentren en el Área del Proyecto, previo a las actividades que se realicen en la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en aquellas que así lo requieran durante la etapa de operación y mantenimiento, se deben realizar ahuyentamientos y/o el rescate y reubicación de fauna silvestre, incluyendo la protección de nidos con huevos o polluelos y madrigueras con crías, para ello, debe implementarse un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. Este programa debe incluir los métodos que serán empleados para el ahuyentamiento, captura, manejo de ejemplares y

Consulta al Público

su reubicación, así como los procedimientos a realizar ante la presencia de nidos con huevos o polluelos y madrigueras con crías, además de los indicadores de seguimiento para evaluar el éxito de las actividades realizadas (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental BE4 y BE7 del presente factor).

- **P22**: En las zanjas que queden abiertas al final de las jornadas de trabajo, en sus extremos se deberá dejar rampas con la misma tierra de excavación, favoreciendo que los animales que caigan en ellas tengan un medio que les facilite su salida (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental BE4 del presente factor).
- **P18**: Durante todas las etapas del Proyecto se realizarán pláticas de concientización ambiental, entre las cuales se podrían indicar al personal que labore en el Proyecto el que se permita el libre tránsito y desplazamiento de la fauna fuera de las áreas de trabajo, así como la prohibición de la captura o cacería, la compra o consumo de animales silvestres en el Área del Proyecto (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental BE4 y BE7 del presente factor).
- **P23**: Para prevenir la mortalidad de ejemplares de fauna silvestre por atropellamiento, en todas las etapas del Proyecto, se deberán de establecer restricciones de velocidad para el tránsito de vehículos y maquinaria en los caminos de acceso e internos del Proyecto, siendo permitido como máximo una velocidad de 20 km/h (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental BE4 y BE7 del presente factor).
- **P24**: Con el objetivo de evitar que las aves y murciélagos colisionen con los módulos fotovoltaicos, se instalarán de manera estratégica dispositivos de disuasión sonora, lo que provocará que los individuos no se acerquen a estas áreas o lo realicen de manera precautoria (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental BE5 del presente factor).
- **M17**: Para disminuir el efecto de barrera ecológica por el establecimiento de la cerca perimetral que impida a la fauna transitar hacia otros tipos de hábitats en la región, durante la construcción del cercado se deberá de considerar el mantener un espacio suficiente entre el ras del suelo y la malla para permitir el paso de fauna de talla pequeña, mientras que en el caso de fauna de mayor talla se deberán de implementar pasos de fauna de manera estratégica (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental BE6 del presente factor).

IV.4.1.7. Infraestructura y servicios

En el factor Infraestructura y servicios el único impacto adverso identificado corresponde a la Afectación en el tránsito vehicular (EO1, EO7), para el cual, se han definido las siguientes medidas:

Consulta al Público

- **M18**: Para garantizar la seguridad vial y el flujo vehicular durante las obras, será indispensable implementar una señalización clara y anticipada. Esta señalización deberá incluir carteles informativos que anticipen de forma precisa sobre desvíos, interrupciones y el motivo específico de las obras a realizar. Además, deberán implementarse señalamientos de regulación de tránsito conforme a la norma NOM-086-SCT2-2023, que orienten y fortalezcan la seguridad en el trayecto. Es crucial que todos los señalamientos estén ubicados con suficiente antelación, permitiendo a los conductores reaccionar y tomar decisiones seguras (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental EO1 y EO7 del presente factor).
- **M19**: Deberán de emitirse avisos con suficiente antelación en las localidades cercanas al Área del Proyecto sobre las fechas y horarios previstos de alto flujo en los caminos de la zona, con el fin de disminuir en la medida de lo posible congestiones viales (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental EO1 y EO7 del presente factor).
- **P25**: Con el fin de evitar conglomeraciones y accidentes vehiculares en la entrada/salida del Área del Proyecto que afecten el flujo vehicular local, se colocarán bandereros que apoyen con el control de ingresos y salidas de vehículos y maquinaria, de tal forma que estos se realicen de manera ordenada y rápida. El personal de dicha actividad deberá estar capacitado en materia de la NOM-086-SCT2-2023 y provistos de equipo de protección personal acorde a la NOM-031-STPS-2011 y NMX-S-061-SCFI-2017 (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental EO1 y EO7 del presente factor).

IV.4.1.8. Población

La Afectación de la calidad de vida de la población aledaña al Proyecto (SC1, SC4, SC5) es el único impacto adverso identificado en el factor Población, para el cual se establece la siguiente medida:

- **M20**: Con el fin de reducir molestias e incertidumbre en la población derivadas de las actividades del Proyecto, se deberán implementar estrategias de comunicación social mediante las cuales se informe mediante una comunicación oportuna, transparente y efectiva a las comunidades aledañas al Proyecto sobre las actividades que se ejecuten en el desarrollo del mismo (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental SC1, SC4 y SC5 del presente factor).

Consulta al Público

IV.4.1.9. Valores culturales

En el factor Valores culturales, se ha identificado como impacto adverso a la Disminución de la calidad estética – paisajística (SC2), impacto para el que se han establecido las siguientes medidas:

- **P26**: Con el objeto de que las obras no deterioren de manera significativa la imagen del sitio, todos los trabajos de preparación del sitio y construcción deberán realizarse dentro del Área del Proyecto (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental SC2 del presente factor).
- **R05**: Una vez concluido el uso provisional del sitio para emplazamiento de oficinas, almacenes, entre otros que requiera la obra durante la etapa de preparación del sitio y construcción, deberá realizarse la remoción de todo tipo de infraestructura o elemento extraño al paisaje original (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental SC2 del presente factor).
- **R04**: Se permitirá la regeneración natural de la vegetación dentro de áreas de tránsito temporal y debajo de los módulos fotovoltaicos, en una condición predominantemente herbácea o arbustiva que no represente interferencias con la productividad o seguridad de los equipos e infraestructura instalada o con el acceso a las diversas áreas del Proyecto durante sus correspondientes mantenimientos. Esta medida contribuirá a recuperar la calidad del paisaje al interior del Área del Proyecto (Esta medida tiene aplicabilidad al impacto ambiental SC2 del presente factor).

IV.4.2. Medidas ambientales para los impactos de la etapa de Preparación del sitio y construcción

Las medidas propuestas para la etapa de preparación del sitio y construcción se presentan en la **Tabla IV-12**, en la cual, para una fácil identificación, se presenta el código del impacto ambiental con el que han sido tratados anteriormente en el apartado **IV.3 IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO**, así como la clave de las medidas descritas en el apartado **IV.4.1 Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración por factor ambiental**.

Consulta al Público

Tabla IV-12 Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración para la etapa de preparación del sitio y construcción

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
FQ1	Modificación de la topografía y morfología del sitio	P01	Prevención	Movimientos de tierras en áreas estrictamente necesarias para la instalación de componentes del Proyecto.	Evitar afectaciones en la topografía y morfología fuera de áreas autorizadas.	P: Previo al inicio y semanal PE: Durante toda la etapa	Áreas autorizadas para movimiento de tierras con delimitación previa. Porcentaje de áreas con movimientos de tierras con respecto a los límites definidos para los componentes del Proyecto. Ausencia de movimientos de tierras fuera de los límites definidos para los componentes del Proyecto.
		R01	Restauración	Rellenos adaptados a condiciones topográficas naturales del terreno.	Restablecer las condiciones topográficas originales del terreno en las áreas intervenidas por excavaciones temporales.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Áreas de excavaciones y zanjas con configuración de terraplén. Porcentaje de zanjas y excavaciones temporales rellenadas y conformadas de acuerdo con la topografía natural del terreno. Ausencia de alteraciones topográficas por excavaciones.
		P02	Prevención	Retiro del Área del Proyecto de materiales no aptos para rellenos o nivelaciones.	Evitar la acumulación de material excedente que altere las condiciones topográficas del área.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Registros de material de excavación excedente no apto para relleno o nivelaciones (residuo de manejo especial). Porcentaje de disposición de material excedente proveniente de excavaciones en sitios autorizados fuera del Área del Proyecto. Ausencia de acumulaciones permanentes de material excedente dentro del Área del Proyecto.
FQ2	Contaminación del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes	P03	Prevención	Inspección del estado de equipo o maquinaria previo al inicio de actividades y verificación de presencia de kit antiderrames.	Prevenir derrames y contaminación del suelo mediante la identificación oportuna de fallas mecánicas, fugas o condiciones inseguras en la maquinaria y equipo utilizados durante las actividades constructivas.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Registros de inspección de equipos y maquinaria previo al ingreso del Área del Proyecto, considerando la presencia de kit antiderrames. Porcentaje de equipos y maquinaria inspeccionados. Porcentaje de incidencias de derrames provenientes de equipos y maquinaria inspeccionados.
		P04	Prevención	Prohibición de actividades de mantenimiento mayor de maquinaria pesada o vehículos / Uso de película plástica impermeable o charola antiderrames en caso de descomposturas en sitio de maquinaria pesada o vehículos.	Prevenir la contaminación del suelo derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricantes provenientes de maquinaria pesada o vehículos por descomposturas.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Retiro de maquinaria pesada y/o vehículos para mantenimiento mayor fuera del Área de Proyecto. Presencia de superficies impermeables o aditamentos para contención de derrames en maquinaria pesada y/o vehículos con descomposturas en sitio. Registros de contaminación del suelo por derrames de combustibles o lubricantes asociados a descomposturas de maquinaria pesada y/o vehículos.
		P05	Prevención	Mantenimiento menor o preventivo de maquinaria y vehículos en sitios específicos para ello (superficie impermeable).	Prevenir la contaminación del suelo derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricante durante la realización de actividades de mantenimiento menor de maquinaria y vehículos.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Áreas habilitadas para mantenimiento menor (con superficie impermeable). Registros de contaminación del suelo por derrames de combustibles o lubricantes asociados a mantenimiento menor o preventivo de maquinaria y vehículos.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		P06	Prevención	Colocación de generadores móviles para el suministro de energía eléctrica en superficies impermeables para evitar derrames.	Prevenir la contaminación del suelo derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricantes procedentes de generadores móviles.	P: Quincenal PE: Durante toda la etapa	Áreas habilitadas con superficie impermeable para la instalación de generadores móviles. Porcentaje de fugas y derrames contenidos en superficies habilitadas para generadores móviles. Registros de contaminación del suelo provenientes del área de generadores móviles.
		P07	Prevención	Almacenamiento adecuado de sustancias químicas y resguardo en sitios habilitados para ello (superficie impermeable) / Uso de aditamentos adecuados y superficies impermeables para transferencia de sustancias químicas.	Contar con un almacén de sustancias químicas para prevenir la contaminación de suelo por eventos de fugas o derrames.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Establecimiento de área de resguardo de sustancias químicas con condiciones adecuadas. Porcentaje de fugas y derrames contenidos en el área de resguardo. Registros de incidentes de contaminación por almacenamiento inadecuado de sustancias químicas.
		M01	Mitigación	Disposición de kit contra derrames en maquinaria / Capacitación en el manejo y atención de derrames a operadores de maquinaria / Recolección de suelos contaminados con hidrocarburos y manejo como residuos peligrosos.	Reducir la afectación en la calidad del suelo durante eventos de derrames de combustibles y lubricantes.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Listados de capacitaciones de los operadores de maquinaria. Presencia de kit antiderrames en maquinaria. Porcentaje de incidentes de derrames de combustibles no contenidos adecuadamente. Bitácoras de registros de RP correspondientes a suelos contaminados por combustibles.
FQ3	Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP)	P08	Prevención	Implementar actividades de manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) [recolección, separación, almacenamiento, transporte de residuos fuera del Área del Proyecto y disposición final].	Gestionar integralmente todos los RSU generados para evitar posible contaminación del suelo.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Presencia de contenedores adecuados en frentes de trabajo y contenedores permanentes para almacenamiento de RSU. Bitácoras de registros de almacenamiento de RSU y disposición final. Presencia de RSU dispersos en frentes de trabajo. Porcentaje de disposición final de RSU con respecto a RSU generados en el Área del Proyecto.
		P09	Prevención	Implementar actividades de manejo de Residuos de Manejo Especial (RME) [recolección, separación, almacenamiento, transporte de residuos fuera del Área del Proyecto y disposición final].	Gestionar integralmente todos los RME generados para prevenir la contaminación del suelo y promover el aprovechamiento de materiales reciclables mediante su gestión conforme a la normatividad aplicable.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Área de disposición temporal de RME debidamente establecida para asegurar el buen estado de los residuos. Segregación de los RME generados en los frentes de trabajo. Presencia de RME dispersos en frentes de trabajo. Porcentaje de residuos valorizables (metales, madera u otros materiales reciclables) canalizados a reciclaje o aprovechamiento.
		P10	Prevención	Habilitación de sitios impermeables para preparación de concreto y limpieza de residuos asociados a los mismos.	Prevenir la contaminación y alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo derivadas del manejo, preparación y aplicación de concreto durante las actividades de construcción y mantenimiento del Proyecto.	P: Diaria PE: La comprobación será durante la realización de actividades que involucren uso de concreto	Sitios habilitados para preparación de concreto y de limpieza de residuos asociados a los mismos. Ausencia de residuos de concreto o afectaciones al suelo fuera de las áreas impermeabilizadas designadas.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		P11	Prevención	Implementar actividades de manejo de residuos peligrosos (RP) acordes con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Prevenir la contaminación del suelo derivada del manejo inadecuado de RP generados, mediante su gestión integral conforme a la legislación ambiental vigente.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Sitios de almacenamiento temporal acorde a la reglamentación, Bitácoras de almacenamiento de RP (no mayor a 6 meses) y de disposición final. Porcentaje de RP generados manejados, almacenados y dispuestos conforme a la legislación aplicable y mediante empresas autorizadas. Registros de contaminación atribuibles al manejo de RP.
		P17	Prevención	Instalación de sanitarios portátiles en proporción 1 por cada 20 trabajadores y manejo de aguas residuales a través de proveedores autorizados.	Prevenir la contaminación del suelo derivada de la disposición inadecuada de residuos sanitarios generados por el personal que labore durante las distintas etapas del Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Sanitarios portátiles instalados en frentes de trabajo en relación con el número de trabajadores (1 sanitario por cada 20 trabajadores). Ausencia de eventos de contaminación, derrames o descargas no autorizadas de residuos sanitarios dentro del Área del Proyecto. Comprobantes de mantenimiento a sanitarios portátiles y de retiro y disposición de aguas residuales.
FQ4	Disminución de la fertilidad	R02	Restauración	Reutilización de capa edáfica como mejorador de suelos en aquellas superficies que así lo requieran.	Rescatar el suelo orgánico de las áreas de despalme para la recuperación de áreas que así lo requieran (degradadas o con mínima presencia de capa orgánica).	P: Durante el despalme PE: Preparación de sitio	Áreas de despalme del suelo. Sitios de resguardo y reutilización de capa edáfica. Porcentaje de recuperación y reutilización del suelo orgánico.
		P12	Prevención	Desmonte y/o despalme exclusivamente en zonas de afectación del Proyecto.	Evitar la remoción de sustrato orgánico fuera de áreas autorizadas.	P: Previo al inicio y semanal PE: Preparación de sitio	Áreas de desmonte y despalme con delimitación previa. Porcentaje de las actividades de desmonte y despalme realizadas únicamente dentro de las áreas autorizadas y conforme al programa de obra. Ausencia de vegetación removida fuera de las áreas autorizadas del Proyecto.
		R03	Restauración	Manejo de residuos vegetales (provenientes del desmonte) para incorporación en superficies que así lo requieran.	Promover la recuperación de la fertilidad del suelo mediante el aprovechamiento de residuos vegetales.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Registros de aprovechamientos de residuos vegetales en áreas de restauración, conservación o mantenimiento. Porcentaje de residuos establecidos o incorporados en áreas programadas.
		R04	Restauración	Regeneración natural de cobertura vegetal (áreas de tránsito temporal, área de módulos fotovoltaicos).	Establecimiento de cobertura vegetal para la incorporación natural de materia orgánica al suelo.	P: Semestral PE: Durante toda la etapa	Superficies destinadas a la regeneración natural. Porcentaje de las áreas sujetas a regeneración con presencia de cobertura vegetal.
FQ5	Incremento en el grado de erosión	P12	Prevención	Desmonte y/o despalme exclusivamente en zonas de afectación del Proyecto.	Evitar la presencia de áreas susceptibles a la erosión por remoción de cobertura vegetal fuera de áreas autorizadas.	P: Previo al inicio y semanal PE: Preparación de sitio	Áreas de desmonte y despalme con delimitación previa. Porcentaje de las actividades de desmonte y despalme realizadas únicamente dentro de las áreas autorizadas y conforme al programa de obra. Ausencia de vegetación removida fuera de las áreas autorizadas del Proyecto.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		M02	Mitigación	Manejo de residuos vegetales (provenientes del desmonte o desbroce) para incorporación en superficies que así lo requieran.	Disminuir la erosión del suelo mediante la incorporación de residuos vegetales.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Registros de aprovechamientos de residuos vegetales en áreas de restauración, conservación o mantenimiento. Porcentaje de residuos establecidos o incorporados en áreas programadas. Ausencia de procesos erosivos significativos asociados a las superficies tratadas.
		R04	Restauración	Regeneración natural de cobertura vegetal (zonas de acopio, área de módulos fotovoltaicos).	Establecimiento de cobertura vegetal para la recuperación de la protección natural del suelo contra agentes erosivos.	P: Semestral PE: Durante toda la etapa	Superficies destinadas a la regeneración natural. Porcentaje de las áreas sujetas a regeneración con presencia de cobertura vegetal.
		M03	Mitigación	Riegos con agua tratada o cruda en suelos expuestos.	Reducir las tasas de erosión eólica de las áreas afectadas por desmonte o por el movimiento de tierras.	P: Diaria PE: Durante época seca	Áreas identificadas con susceptibilidad a erosión eólica atendidas mediante riego o humectación. Ausencia de evidencias significativas de erosión eólica y reducción de emisiones de polvo en las áreas sujetas a control.
		P13	Prevención	Instalación de obras de drenaje para el manejo de agua dentro del Área del Proyecto.	Prevenir la erosión provocada por el flujo hídrico.	P: Semanal PE: Construcción	Obras de drenaje en caminos y sus alrededores. Ausencia de evidencias significativas de erosión hídrica (canalillos o cárcavas).
FQ6	Modificación del microclima	P12	Prevención	Desmonte y/o despalme exclusivamente en zonas de afectación del Proyecto.	Evitar afectaciones en la cobertura vegetal fuera de las áreas autorizadas y con ello modificaciones adicionales en las condiciones micro climáticas.	P: Semanal PE: Preparación de sitio	Áreas de desmonte y despalme con delimitación previa. Porcentaje de las actividades de desmonte y despalme realizadas únicamente dentro de las áreas autorizadas y conforme al programa de obra. Ausencia de vegetación removida fuera de las áreas autorizadas del Proyecto.
		M15, CO1	Mitigación, Compensación	Implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre y del Programa de Reforestación con especies nativas.	Recuperación de áreas con cobertura vegetal que contribuyan a regular las condiciones micro climáticas o compensar las condiciones que se presentaban previamente en el Área del Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Áreas de reubicación de flora silvestre rescatada y Áreas de reforestación. Supervivencia de los ejemplares rescatados al primer año (≥ 80 %). Supervivencia de las plantas establecidas mediante reforestación al segundo año (≥ 80 %).
		R04	Restauración	Regeneración natural de cobertura vegetal (zonas de acopio, área de módulos fotovoltaicos).	Recuperar funciones de regulación térmica, conservación de humedad y estabilidad ambiental mediante el restablecimiento de cobertura vegetal.	P: Semestral PE: Durante toda la etapa	Superficies destinadas a la regeneración natural. Porcentaje de las áreas sujetas a regeneración con presencia de cobertura vegetal.
FQ7	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	M03	Mitigación	Riegos con agua tratada o cruda en suelos expuestos.	Reducir la generación de partículas suspendidas.	P: Diaria, durante la época seca PE: Durante toda la etapa	Áreas identificadas con susceptibilidad de emisiones de partículas suspendidas atendidas mediante riego o humectación. Reducción de emisiones de polvo (tolvaneras) en las áreas sujetas a control.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		M04	Mitigación	Circulación de camiones de carga cubiertos con lona u otro material que evite la dispersión de residuos durante su transporte.	Reducir la dispersión de partículas suspendidas dentro y fuera del Área del Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Cobertura o contención en su totalidad de los materiales o residuos transportados en camiones de carga. Sin evidencias de dispersión de residuos durante la circulación de los camiones de carga.
		M05	Mitigación	Restricciones de velocidad para el tránsito de vehículos y maquinaria (20 km/h máximo).	Control de la velocidad en los caminos internos para la disminución de emisiones de polvo.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Presencia de señalética en la totalidad de los caminos. Circulación de vehículos y maquinaria a velocidades iguales o menores a 20 km/h dentro del Área del Proyecto. Reducción significativa de la generación de polvo visible y ausencia de afectaciones atribuibles al tránsito de vehículos a velocidades superiores a las establecidas.
		P14	Prevención	Prohibición de quema y uso de herbicidas para actividades de control de vegetación (desmonte).	Prevenir fuentes adicionales de contaminación del aire, mediante la eliminación del uso de fuego y agroquímicos en las actividades de manejo de vegetación.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Ausencia de residuos vegetales quemados o con rastros de químicos en áreas de desmonte o desbroce. Ausencia de incidentes relacionados con el uso de fuego o agroquímicos y de afectaciones ambientales asociadas a dichas prácticas.
		P15	Prevención	Prohibición de quema de basura, residuos vegetales y otros desechos.	Prevenir la contaminación del aire por acción de la incineración de residuos generados en el Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Ausencia de residuos quemados en frentes de trabajo y sus alrededores. Ausencia de incidentes relacionados con el uso de fuego. Porcentaje de residuos generados en el Proyecto con disposición final con proveedores autorizados.
		M06	Mitigación	Apagado de motores de equipos inactivos.	Disminuir la cantidad de emisiones de gases generados por los vehículos y maquinaria.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Ausencia/presencia de vehículos o maquinaria no activos con el motor prendido.
		M07	Mitigación	Uso de equipo, vehículos y maquinaria en óptimas condiciones de operación.	Disminuir la generación de emisiones contaminantes, gases de efecto invernadero asociados al funcionamiento de vehículos y maquinaria.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Cumplimiento de programa de mantenimiento de cada maquinaria o vehículo que se encuentre en el Proyecto. Percepción de maquinaria en buenas condiciones.
		M08	Mitigación	Uso de vehículos, camionetas y camiones en cumplimiento con la normatividad: NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-2018 y NOM-076-SEMARNAT-2012.	Prevenir el deterioro de la calidad del aire y reducir la emisión de contaminantes atmosféricos, mediante el cumplimiento de los límites máximos permisibles por los vehículos utilizados en el Proyecto.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Acreditación de cumplimiento normativo ambiental en materia de emisiones a vehículos, camionetas y camiones mediante evidencia documental vigente. Ausencia de vehículos que presenten emisiones visibles excesivas, incumplimientos normativos o fallas mecánicas relacionadas con el control de emisiones durante las inspecciones realizadas.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
FQ8	Alteración al confort sonoro	M09	Mitigación	Uso de silenciadores en maquinaria pesada.	Reducir la contaminación sonora generadas durante las actividades del Proyecto.	P: Inspección inicial al ingreso al Proyecto, posteriormente mensual PE: Durante toda la etapa	Verificación de silenciadores en maquinaria y mantenimiento preventivo. Ausencia de maquinaria que presenten emisiones de ruido excesivas.
		M10	Mitigación	Todos los vehículos utilizados deberán cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994 de niveles máximos de ruido.	Reducir la generación de ruido derivada de la operación de vehículos y maquinaria a límites máximos permisibles.	P: Semestral PE: Durante toda la etapa	Programa de mantenimiento y evidencia de mantenimientos realizados. Presencia de vehículos que excedan los límites máximos permisibles de ruido durante las inspecciones o monitoreos realizados en el Proyecto.
FQ9	Alteración a la hidrología superficial	P13	Prevención	Instalación de obras de drenaje para el manejo de agua dentro del Área del Proyecto.	Evitar alteraciones en el flujo de los escurrimientos superficiales que se presentan en el Área del Proyecto.	P: Semanal PE: Construcción, el seguimiento de su funcionamiento será semanal durante la época de lluvias	Obras de drenaje en caminos y sus alrededores. Ausencia de obstrucciones, encharcamientos o erosión asociados al funcionamiento de las obras de drenaje.
		P16	Prevención	Prohibición de disposición de cualquier tipo de material de construcción, así como residuos sólidos (urbanos, de manejo especial y peligrosos) en corrientes de agua o en sus alrededores / Implementación de actividades de manejo de residuos sólidos (recolección, separación, almacenamiento, transporte fuera del Área del Proyecto y disposición final).	Prevenir obstrucciones que alteren el flujo natural de escurrimientos superficiales.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Distribución estratégica de contenedores para residuos o áreas de almacenamiento de materiales en frentes de trabajo. Ausencia de residuos y materiales dispersos u obstruyendo corrientes de agua.
FQ10	Contaminación del agua superficial	P16	Prevención	Prohibición de disposición de cualquier tipo de material de construcción, así como residuos sólidos (urbanos, de manejo especial y peligrosos) en corrientes de agua o en sus alrededores / Implementación de actividades de manejo de residuos sólidos (recolección, separación, almacenamiento, transporte fuera del Área del Proyecto y disposición final).	Prevenir la contaminación de corrientes de agua mediante la contención adecuada de materiales y residuos.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Distribución estratégica de contenedores para residuos o áreas de almacenamiento de materiales en frentes de trabajo. Ausencia de residuos y materiales en corrientes de agua o sus alrededores.
		P17	Prevención	Instalación de sanitarios portátiles en proporción 1 por cada 20 trabajadores y manejo de aguas residuales a través de proveedores autorizados (Prohibición de vertimiento de aguas residuales en corrientes de agua).	Prevenir la contaminación del agua superficial derivada de la disposición inadecuada de residuos sanitarios generados por el personal que labore durante las distintas etapas del Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Sanitarios portátiles instalados en frentes de trabajo en relación con el número de trabajadores (1 sanitario por cada 20 trabajadores). Ausencia de eventos de contaminación, derrames o descargas no autorizadas de residuos sanitarios dentro del Área del Proyecto. Comprobantes de mantenimiento a sanitarios portátiles y de retiro y disposición de aguas residuales.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		P18	Prevención	Impartición de pláticas de concientización ambiental sobre el uso eficiente del agua y la prevención de su contaminación.	Concientizar ambientalmente al personal para prevenir afectaciones en la calidad del agua por prácticas inadecuadas o deficientes durante la realización de sus actividades.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Porcentaje de personal capacitado respecto al total de trabajadores en el Proyecto. Incidentes de contaminación del agua atribuibles a prácticas realizadas de forma inadecuada o deficiente por el personal.
		P19	Prevención	Disposición de kit contra derrames en maquinaria / Capacitación en el manejo y atención de derrames a operadores de maquinaria / Recolección de suelos contaminados con hidrocarburos y manejo como residuos peligrosos.	Prevenir la contaminación del agua superficial durante eventos de derrames de combustibles mediante su contención y posterior manejo como RP.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Listados de capacitaciones de los operadores de maquinaria. Presencia de kit antiderrames en maquinaria. Incidentes de contaminación del agua superficial por derrames de combustibles no contenidos adecuadamente. Bitácoras de registros de RP correspondientes a suelos contaminados por combustibles.
FQ11	Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles lubricantes y la inadecuada disposición de residuos	P04	Prevención	Prohibición de actividades de mantenimiento mayor de maquinaria pesada o vehículos / Uso de película plástica impermeable o charola antiderrames en caso de descomposturas en sitio de maquinaria pesada o vehículos.	Prevenir la contaminación del agua subterránea derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricantes provenientes de maquinaria pesada o vehículos por descomposturas	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Retiro de maquinaria pesada y/o vehículos para mantenimiento mayor fuera del Área de Proyecto. Presencia de superficies impermeables o aditamentos para contención de derrames en maquinaria pesada y/o vehículos con descomposturas en sitio. Registros de contaminación del agua superficial por derrames de combustibles o lubricantes asociados a descomposturas de maquinaria pesada y/o vehículos.
		P05	Prevención	Mantenimiento menor o preventivo de maquinaria y vehículos en sitios específicos para ello (superficie impermeable).	Prevenir la contaminación del agua subterránea derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricantes durante la realización de actividades de mantenimiento menor de maquinaría y vehículos.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Áreas habilitadas para mantenimiento menor (con superficie impermeable). Registros de contaminación del agua superficial por derrames de combustibles o lubricantes asociados a mantenimiento menor o preventivo de maquinaria y vehículos.
		P06	Prevención	Colocación de generadores móviles para el suministro de energía eléctrica en superficies impermeables para evitar derrames.	Prevenir la contaminación del agua subterránea derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricantes procedentes de generadores móviles.	P: Quincenal PE: Durante toda la etapa	Áreas habilitadas con superficie impermeable para la instalación de generadores móviles. Porcentaje de fugas y derrames contenidos en superficies habilitadas para generadores móviles. Registros de contaminación del agua superficial provenientes del área de generadores móviles.
		P07	Prevención	Almacenamiento adecuado de sustancias químicas y resguardo en sitios habilitados para ello (superficie impermeable) / Uso de aditamentos adecuados y superficies impermeables para transferencia de sustancias químicas.	Contar con un almacén de sustancias químicas para prevenir que las fugas y derrames lleguen a contaminar al suelo y posteriormente se infiltre afectando la calidad del agua subterránea.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Establecimiento de área de resguardo de sustancias químicas con condiciones adecuadas. Porcentaje de fugas y derrames contenidos en el área de resguardo. Registros de incidentes de contaminación por almacenamiento inadecuado de sustancias químicas.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		P19	Prevención	Disposición de kit contra derrames en maquinaria / Capacitación en el manejo y atención de derrames a operadores de maquinaria / Recolección de suelos contaminados con hidrocarburos y manejo como residuos peligrosos.	Prevenir la contaminación del agua subterránea durante eventos de derrames de combustibles mediante su contención y posterior manejo como RP.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Listados de capacitaciones de los operadores de maquinaria. Presencia de kit antiderrames en maquinaria. Presencia de suelos con evidencias de contaminación con hidrocarburos (no recolectados y dispuestos como RP).
FQ12	Reducción del volumen de infiltración	P12	Prevención	Desmonte y/o despalme exclusivamente en zonas de afectación del Proyecto.	Evitar afectaciones en la capacidad de infiltración por la remoción de la cobertura vegetal y la capa orgánica del suelo fuera de áreas autorizadas.	P: Previo al inicio y semanal PE: Durante toda la etapa	Áreas de desmonte y despalme con delimitación previa. Porcentaje de las actividades de desmonte y despalme realizadas únicamente dentro de las áreas autorizadas y conforme al programa de obra. Ausencia de vegetación removida fuera de las áreas autorizadas del Proyecto.
		P20	Prevención	Restricción del desplazamiento de maquinaria o vehículos pesados a caminos internos.	Evitar la compactación del suelo en las áreas no autorizadas.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Desplazamientos realizados únicamente por caminos internos. Superficie afectada por tránsito no autorizado o compactación fuera de caminos.
		C01	Compensación	Implementación de un Programa de Reforestación en un área cuando menos igual a la superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (83.936 ha).	Recuperar gradualmente la infiltración de agua al subsuelo afectadas por la pérdida de cobertura vegetal.	P: Diaria PE: Durante la etapa hasta alcanzar el porcentaje de supervivencia requerido	Áreas de reforestación. Supervivencia de las plantas establecidas mediante reforestación al segundo año (≥ 80 %).
FQ13	Incremento en la demanda de agua cruda y potable	M11	Mitigación	Impartición de pláticas de concientización ambiental sobre el uso eficiente del agua y la prevención de su contaminación.	Concientizar ambientalmente al personal para realizar un uso eficiente y responsable del agua durante la realización de sus actividades.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Porcentaje de personal capacitado respecto al total de trabajadores en el Proyecto. Incidentes relacionados con el uso ineficiente del agua atribuibles a prácticas realizadas de manera inadecuada o deficiente por el personal.
		M12	Mitigación	Obtención de agua cruda de aprovechamientos autorizados.	Garantizar un abastecimiento legal y ambientalmente responsable del recurso hídrico.	P: Una vez, cada que ingrese un nuevo proveedor de servicio. PE: Durante toda la etapa	Autorización con comprobación documental del aprovechamiento de agua. Incidentes relacionados con abastecimiento de agua por fuentes no autorizadas.
		M13	Mitigación	Uso de agua tratada en actividades que lo permitan en lugar de agua cruda.	Reducir la demanda de agua a través del uso de agua tratada en actividades que lo permitan.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Bitácoras de ingresos y consumo de agua. Porcentaje de uso de agua tratada en actividades que así lo permitan.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
BE1	Afectación de la riqueza y abundancia de la flora silvestre	M14	Mitigación	Recorrido para definir si en la zona existen especímenes que requieran ser rescatados y reubicados y no hayan sido contemplados en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.	Reducir las afectaciones en la pérdida de diversidad florística enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presente en el Área del Proyecto.	P: Diaria, previo al desmonte PE: Preparación de sitio, puede traslaparse con la etapa constructiva conforme al avance del Proyecto	Áreas de desmonte. Supervivencia de los individuos propensos de rescate reubicados (≥ 90 %). Supervivencia de los ejemplares rescatados al primer año de reubicados (≥ 80 %).
		M15	Mitigación	Implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.	Reducir las afectaciones en la pérdida de diversidad o abundancia de especies de flora presente en el Área del Proyecto.	P: Diaria, previo al desmonte PE: Preparación de sitio, puede traslaparse con la etapa constructiva conforme al avance del Proyecto	Áreas de rescate y reubicación de flora silvestre. Porcentaje de individuos rescatados respecto al número de individuos propuestos en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre. Supervivencia de los ejemplares rescatados al primer año (≥ 80 %).
		P12	Prevención	Desmonte y/o despalme exclusivamente en zonas de afectación del Proyecto.	Evitar afectaciones en especies identificadas fuera de áreas autorizadas.	P: Previo al inicio y semanal PE: Durante toda la etapa	Áreas de desmonte y despalme con delimitación previa. Porcentaje de las actividades de desmonte y despalme realizadas únicamente dentro de las áreas autorizadas y conforme al programa de obra. Ausencia de vegetación removida fuera de las áreas autorizadas del Proyecto.
		C01	Compensación	Implementación de un Programa de Reforestación en un área cuando menos igual a la superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (83.936 ha).	Compensar los cambios en la abundancia de las especies de flora afectadas por la remoción de la cobertura vegetal en el Área del Proyecto.	P: Diaria PE: Construcción, hasta alcanzar el porcentaje de supervivencia requerido.	Áreas de reforestación. Supervivencia de las plantas establecidas mediante reforestación al segundo año (≥ 80 %). Superficie de reforestación ≥ a la superficie de desmonte.
		C02	Compensación	Aportación al Fondo Forestal Mexicano por la afectación de cobertura vegetal considerada forestal.	Compensar el impacto ocasionado sobre la vegetación forestal presente en el Proyecto a través de la aportación al Fondo Forestal Mexicano.	P: Una vez PE: Durante toda la etapa	Comprobante del pago al Fondo Forestal Mexicano.
		P18	Prevención	Impartición de pláticas de concientización ambiental sobre la importancia de la cobertura vegetal y de las especies que las conforman.	Concientizar al personal sobre la importancia de la cobertura vegetal y las especies que la conforman para prevenir afectaciones adicionales a las contempladas por el establecimiento del Proyecto.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Porcentaje de personal capacitado respecto al total de trabajadores en el Proyecto. Incidentes relacionados con la extracción o afectación de ejemplares de flora silvestre del Área del Proyecto.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
BE2	Disminución de superficies con cobertura vegetal	M15	Mitigación	Implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.	Reubicar especies de flora silvestre disminuyendo la afectación en la reducción de áreas con cobertura vegetal.	P: Diaria, previo al desmonte PE: Preparación de sitio, puede traslaparse con la etapa constructiva conforme al avance del Proyecto	Áreas de reubicación de flora silvestre. Supervivencia de los ejemplares rescatados al primer año (≥ 80 %).
		P12	Prevención	Desmonte y/o despalme exclusivamente en zonas de afectación del Proyecto.	Evitar afectaciones adicionales en la cobertura vegetal fuera de áreas autorizadas.	P: Previo al inicio y semanal PE: Durante toda la etapa	Áreas de desmonte con delimitación previa. Porcentaje de las actividades de desmonte realizadas únicamente dentro de las áreas autorizadas y conforme al programa de obra. Ausencia de vegetación removida fuera de las áreas autorizadas del Proyecto.
		C01	Compensación	Implementación de un Programa de Reforestación en un área cuando menos igual a la superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (83.936 ha).	Compensar la pérdida de la cobertura vegetal en el Área del Proyecto.	P: Diaria PE: Construcción, hasta alcanzar el porcentaje de supervivencia requerido.	Áreas de reforestación. Supervivencia de las plantas establecidas mediante reforestación al segundo año (≥ 80 %). Superficie de reforestación ≥ a la superficie de desmonte.
		C02	Compensación	Aportación al Fondo Forestal Mexicano por la afectación de cobertura vegetal considerada forestal.	Compensar el impacto ocasionado sobre la vegetación forestal presente en el Proyecto a través de la aportación al Fondo Forestal Mexicano.	P: Una vez PE: Durante toda la etapa	Comprobante del pago al Fondo Forestal Mexicano.
		P18	Prevención	Impartición de pláticas de concientización ambiental sobre la importancia de la cobertura vegetal y de las especies que las conforman.	Concientizar al personal sobre la importancia de la cobertura vegetal y las especies que la conforman para prevenir afectaciones adicionales a las contempladas por el establecimiento del Proyecto.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Porcentaje de personal capacitado respecto al total de trabajadores en el Proyecto. Incidentes relacionados con la extracción o afectación de ejemplares de flora silvestre del Área del Proyecto.
BE4	Afectación a la riqueza y abundancia de la fauna silvestre	P21, M16	Prevención, Mitigación	Implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.	Prevenir y en dado caso minimizar la afectación directa a la fauna durante las actividades del Proyecto.	P: Diaria, previo al desmonte y durante la ejecución de actividades PE: Durante toda la etapa	Superficies de liberación de fauna silvestre. Supervivencia de ejemplares rescatados (≥ 90 %). Incidentes de afectación a fauna.
		P22	Prevención	Conformación de rampas en zanjas que queden abiertas al final de las jornadas de trabajo.	Evitar el atrapamiento y la mortalidad de fauna silvestre en excavaciones temporales.	P: Diaria PE: Construcción	Áreas con excavaciones de zanjas. Presencia de zanjas abiertas con rampas de escape funcionales. Ausencia de individuos de fauna atrapados o muerta en zanjas.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		P18	Prevención	Impartición de pláticas de concientización ambiental para que el personal permita el libre tránsito y desplazamiento de la fauna silvestre fuera de las áreas de trabajo.	Concientizar al personal sobre la importancia de la fauna silvestre y las especies que se distribuyen para prevenir afectaciones adicionales a las contempladas por el establecimiento del Proyecto.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Porcentaje de personal capacitado respecto al total de trabajadores en el Proyecto. Incidentes relacionados con la extracción o afectación de ejemplares de fauna silvestre del Área del Proyecto.
		P23	Prevención	Restricciones de velocidad para el tránsito de vehículos y maquinaria (20 km/h máximo).	Control de la velocidad en los caminos internos para la prevención de atropello de fauna.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Presencia de señalética en la totalidad de los caminos. Circulación de vehículos y maquinaria a velocidades iguales o menores a 20 km/h dentro del Área del Proyecto. Ausencia de fauna lesionada o muerta identificada en los caminos del Proyecto y sus alrededores.
		P12	Prevención	Desmonte y/o despalme exclusivamente en zonas de afectación del Proyecto (ejecutándose de manera gradual y direccional, conforme al avance del programa de obra).	Permitir el desplazamiento de la fauna a áreas no consideradas a afectar.	P: Previo al inicio y semanal PE: Durante toda la etapa	Áreas de desmonte. Porcentaje de las actividades de desmonte realizadas de manera gradual y direccional conforme al programa de obra y a los procedimientos establecidos para la protección de la fauna. Incidentes de mortalidad, lesión o atrapamiento de fauna asociados a las actividades de desmonte, así como evidencia de desplazamiento exitoso de fauna hacia áreas aledañas.
BE5	Afectación a la fauna voladora por colisión ocasionada por la infraestructura de la central fotovoltaica	P24	Prevención	Instalación de dispositivos de disuasión sonora en el Área del Proyecto.	Disminuir la probabilidad de colisión de fauna voladora con la infraestructura fotovoltaica.	P: Una vez, durante la instalación, posteriormente la verificación de su funcionamiento será bimestral PE: Durante toda la etapa	Presencia de dispositivos de disuasión sonora instalados y operando en áreas de mayor vulnerabilidad de colisión. Número de eventos de colisión de aves registrados en las áreas donde se encuentren instalados los dispositivos de disuasión sonora.
BE6	Pérdida de hábitat disponible para la fauna silvestre	P12	Prevención	Desmonte y/o despalme exclusivamente en zonas de afectación del Proyecto (ejecutándose de manera gradual y direccional, conforme al avance del programa de obra).	Evitar afectaciones adicionales en la pérdida de hábitats fuera de áreas autorizada.	P: Previo al inicio y semanal PE: Durante toda la etapa	Áreas de desmonte con delimitación previa. Porcentaje de las actividades de desmonte realizadas únicamente dentro de las áreas autorizadas y conforme al programa de obra. Ausencia de vegetación removida fuera de las áreas autorizadas del Proyecto.
		M17	Mitigación	Adecuación de la cerca perimetral para el paso de fauna de talla pequeña e implementación de pasos de fauna.	Mantener la conectividad ecológica y permitir el desplazamiento de la fauna entre hábitats adyacentes.	P: Semanal PE: Construcción	Cercado perimetral construido conforme a los criterios de permeabilidad para fauna. Registros de uso de pasos de fauna para comprobar la conectividad ecológica.
EO1	Afectación en el tránsito vehicular	M18	Mitigación	Instalaciones de carteles informativos de desvíos e interrupciones del tráfico vehicular y señalamientos de regulación del tránsito y seguridad vial.	Garantizar la seguridad vial y minimizar afectaciones al tránsito derivadas de las actividades del Proyecto.	P: Semanal PE: Construcción	Caminos situados en los alrededores de las rutas de acceso al Proyecto con presencia de señalamientos informativos, preventivos y restrictivos. Número de incidentes, accidentes o reportes asociados a deficiencias en la señalización instalada referente a las áreas de trabajo y vialidades del Proyecto.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		M19	Mitigación	Avisos en localidades de alta afluencia vehicular por actividades del Proyecto.	Disminuir la congestión vial mediante avisos a las comunidades sobre flujo vehicular relacionada al Proyecto.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Registro de aviso a las comunidades ubicadas en los alrededores del Proyecto acorde al programa calendarizado de avance de obra. Número de incidentes de congestión vial severa, interrupciones prolongadas de circulación o accidentes atribuibles a la falta o deficiente comunicación con las comunidades aledañas.
		P25	Prevención	Colocación de bandereros en la entrada/salida del Proyecto para el control del flujo vehicular.	Prevenir conglomeraciones a través del apoyo de bandereros para el flujo en ingreso y salida del Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Presencia de bandereros acordes a las horas de mayor afluencia en los accesos al Proyecto. Bajo número de incidentes de congestión vial o accidentes atribuibles a la cantidad suficiente de bandereros en los accesos al Proyecto.
SC1	Afectación de la calidad de vida de la población aledaña a las obras	M20	Mitigación	Implementar estrategias de comunicación social mediante las cuales se informe oportunamente a las comunidades aledañas sobre las actividades del Proyecto.	Reducir las molestias y la incertidumbre de la población derivadas de las actividades del Proyecto mediante una comunicación oportuna, transparente y efectiva.	P: Mensual PE: Deberá comenzar previo a la preparación de sitio y concluir al final de la construcción	Informes, avisos y mecanismos de atención implementados respecto a los programados. Número de quejas relacionadas con falta de información y su atención (≥95 %).
SC2	Disminución de la calidad estética – paisajística	P26	Prevención	Todos los trabajos de obra deberán realizarse dentro del Área del Proyecto.	Evitar provocar una imagen negativa del Proyecto mediante la realización de actividades constructivas únicamente en la superficie requerida.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Superficie efectivamente intervenida respecto a la superficie autorizada para la construcción del Proyecto. Ausencia de áreas afectadas fuera de las áreas autorizadas y sin evidencias de alteraciones paisajísticas adicionales atribuibles a actividades no contempladas.
		R05	Restauración	Desmantelamiento de elementos provisionales del Proyecto.	Restablecer las condiciones ambientales y paisajísticas de las áreas utilizadas temporalmente por el Proyecto.	P: Semanal PE: Al finalizar la etapa de construcción	Superficie ocupada por instalaciones temporales que es rehabilitada y liberada respecto a la superficie total utilizada temporalmente.
		C01	Compensación	Implementación de un Programa de Reforestación en un área cuando menos igual a la superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (83.936 ha).	Compensar la pérdida de cobertura vegetal y condiciones asociadas a ella como la calidad del paisaje.	P: Diaria PE: Durante la etapa hasta alcanzar el porcentaje de supervivencia requerido	Establecimiento de Área de reforestación. Supervivencia de las plantas establecidas mediante reforestación al segundo año (≥ 80 %). Superficie de reforestación ≥ a la superficie de desmonte.
		R04	Restauración	Regeneración natural de cobertura vegetal en las áreas del Proyecto en donde se instalen equipos o infraestructura, y el área de módulos fotovoltaicos.	Recuperar de forma gradual la calidad del paisaje mediante el restablecimiento de cobertura vegetal compatible con la operación del Proyecto.	P: Semestral PE: Durante toda la etapa	Superficies destinadas a la regeneración natural. Porcentaje de las áreas sujetas a regeneración con presencia de cobertura vegetal (reducción de superficies de suelo desnudo con potencial de generar contrastes visuales negativos).

Consulta al Público

IV.4.3. Medidas ambientales para los impactos de la etapa de Operación y mantenimiento

Las medidas propuestas para la etapa de operación y mantenimiento se presentan en la **Tabla IV-13**, en la cual, para una fácil identificación, se presenta el código del impacto con el que han sido tratados anteriormente en el apartado **IV.3 IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO**, así como la clave de las medidas descritas en el apartado **IV.4.1 Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración por factor ambiental**.

Tabla IV-13 Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración para la etapa de operación y mantenimiento

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
FQ14	Contaminación del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes	P03	Prevención	Inspección del estado de equipo o maquinaria previo al inicio de actividades y verificación de presencia de kit antiderrames.	Prevenir derrames y contaminación del suelo mediante la identificación oportuna de fallas mecánicas, fugas o condiciones inseguras en la maquinaria y equipo utilizados durante las actividades constructivas.	P: Semanal, durante las actividades de mantenimiento PE: Durante toda la etapa	Registros de inspección de equipos y maquinaria previo al ingreso del Área del Proyecto, considerando la presencia de kit antiderrames. Porcentaje de equipos y maquinaria inspeccionados. Porcentaje de incidencias de derrames provenientes de equipos y maquinaria inspeccionados.
		P04	Prevención	Prohibición de actividades de mantenimiento mayor de maquinaria pesada o vehículos / Uso de película plástica impermeable o charola antiderrames en caso de descomposturas en sitio de maquinaria pesada o vehículos.	Prevenir la contaminación del suelo derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricantes provenientes de maquinaria pesada o vehículos por descomposturas.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Retiro de maquinaria pesada y/o vehículos para mantenimiento mayor fuera del Área de Proyecto. Presencia de superficies impermeables o aditamentos para contención de derrames en maquinaria pesada y/o vehículos con descomposturas en sitio. Registros de contaminación del suelo por derrames de combustibles o lubricantes asociados a descomposturas de maquinaria pesada y/o vehículos.
		P05	Prevención	Mantenimiento menor o preventivo de maquinaria y vehículos en sitios específicos para ello (superficie impermeable).	Prevenir la contaminación del suelo derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricante durante la realización de actividades de mantenimiento menor de maquinaría y vehículos.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Áreas habilitadas para mantenimiento menor (con superficie impermeable). Registros de contaminación del suelo por derrames de combustibles o lubricantes asociados a mantenimiento menor o preventivo de maquinaria y vehículos.
		P07	Prevención	Almacenamiento adecuado de sustancias químicas y resguardo en sitios habilitados para ello (superficie impermeable) / Uso de aditamentos adecuados y superficies impermeables para transferencia de sustancias químicas.	Contar con un almacén de sustancias químicas para prevenir la contaminación de suelo por eventos de fugas o derrames.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Establecimiento de área de resguardo de sustancias químicas con condiciones adecuadas. Porcentaje de fugas y derrames contenidos en el área de resguardo. Registros de incidentes de contaminación por almacenamiento inadecuado de sustancias químicas.

Consulta el Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		M01	Mitigación	Disposición de kit contra derrames en maquinaria / Capacitación en el manejo y atención de derrames a operadores de maquinaria / Recolección de suelos contaminados con hidrocarburos y manejo como residuos peligrosos.	Reducir la afectación en la calidad del suelo durante eventos de derrames de combustibles y lubricantes.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Listados de capacitaciones de los operadores de maquinaria. Presencia de kit antiderrames en maquinaria. Porcentaje de incidentes de derrames de combustibles no contenidos adecuadamente. Bitácoras de registros de RP correspondientes a suelos contaminados por combustibles.
FQ15	Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP)	P08	Prevención	Implementar actividades de manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) [recolección, separación, almacenamiento, transporte de residuos fuera del Área del Proyecto y disposición final].	Gestionar integralmente todos los RSU generados para evitar posible contaminación del suelo.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Presencia de contenedores adecuados en frentes de trabajo y contenedores permanentes para almacenamiento de RSU. Bitácoras de registros de almacenamiento de RSU y disposición final. Presencia de RSU dispersos en frentes de trabajo. Porcentaje de disposición final de RSU con respecto a RSU generados en el Área del Proyecto.
		P09	Prevención	Implementar actividades de manejo de Residuos de Manejo Especial (RME) [recolección, separación, almacenamiento, transporte de residuos fuera del Área del Proyecto y disposición final].	Gestionar integralmente todos los RME generados para prevenir la contaminación del suelo y promover el aprovechamiento de materiales reciclables mediante su gestión conforme a la normatividad aplicable.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Área de disposición temporal de RME debidamente establecida para asegurar el buen estado de los residuos. Segregación de los RME generados en los frentes de trabajo. Presencia de RME dispersos en frentes de trabajo. Porcentaje de residuos valorizables (metales, madera u otros materiales reciclables) canalizados a reciclaje o aprovechamiento.
		P10	Prevención	Habilitación de sitios impermeables para preparación de concreto y limpieza de residuos asociados a los mismos.	Prevenir la contaminación y alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo derivadas del manejo, preparación y aplicación de concreto durante las actividades de construcción y mantenimiento del Proyecto.	P: Diaria PE: La comprobación será durante la realización de actividades que involucren uso de concreto	Sitios habilitados para preparación de concreto y de limpieza de residuos asociados a los mismos. Ausencia de residuos de concreto o afectaciones al suelo fuera de las áreas impermeabilizadas designadas.
		P11	Prevención	Implementar actividades de manejo de residuos peligrosos (RP) acordes con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Prevenir la contaminación del suelo derivada del manejo inadecuado de RP generados, mediante su gestión integral conforme a la legislación ambiental vigente.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Sitios de almacenamiento temporal acorde a la reglamentación, Bitácoras de almacenamiento de RP (no mayor a 6 meses) y de disposición final. Porcentaje de RP generados manejados, almacenados y dispuestos conforme a la legislación aplicable y mediante empresas autorizadas. Registros de contaminación atribuibles al manejo de RP.
		P17	Prevención	Instalación de sanitarios portátiles en proporción 1 por cada 20 trabajadores y manejo de aguas residuales a través de proveedores autorizados.	Prevenir la contaminación del suelo derivada de la disposición inadecuada de residuos sanitarios generados por el personal que labore durante las distintas etapas del Proyecto.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Sanitarios portátiles instalados en frentes de trabajo en relación con el número de trabajadores (1 sanitario por cada 20 trabajadores). Ausencia de eventos de contaminación, derrames o descargas no autorizadas de residuos sanitarios dentro del Área del Proyecto. Comprobantes de mantenimiento a sanitarios portátiles y de retiro y disposición de aguas residuales.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
FQ16	Recuperación de capa orgánica del suelo	R03	Restauración	Manejo de residuos vegetales (provenientes del desbroce) para su incorporación en las mismas superficies de generación.	Promover la recuperación de la fertilidad del suelo mediante el aprovechamiento de los residuos vegetales.	P: Mensual, durante actividades de desbroce PE: Durante toda la etapa	Reincorporación de residuos en áreas de generación. Presencia de material vegetal en descomposición.
FQ17	Reducción del riesgo de erosión	M02	Mitigación	Manejo de residuos vegetales (provenientes del desbroce) para incorporación en superficies que así lo requieran.	Reducir el riesgo de erosión del suelo mediante el aprovechamiento de los residuos vegetales.	P: Mensual, durante actividades de desbroce PE: Durante toda la etapa	Reincorporación de residuos en áreas de generación. Ausencia de procesos erosivos significativos asociados a las superficies tratadas.
FQ19	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	M03	Mitigación	Riegos con agua tratada o cruda en suelos expuestos.	Reducir la generación de partículas suspendidas.	P: Diaria en época seca, variable en época de lluvias PE: Durante toda la etapa, específicamente en los periodos de mantenimiento de caminos	Áreas identificadas con susceptibilidad de emisiones de partículas suspendidas atendidas mediante riego o humectación. Reducción de emisiones de polvo (tolvaneras) en las áreas sujetas a control.
		M04	Mitigación	Circulación de camiones de carga cubiertos con lona u otro material que evite la dispersión de residuos durante su transporte.	Reducir partículas suspendidas dentro y fuera del Área del Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Cobertura o contención en su totalidad de los materiales o residuos transportados en camiones de carga. Sin evidencias de dispersión de residuos durante la circulación de los camiones de carga.
		M05	Mitigación	Restricciones de velocidad para el tránsito de vehículos y maquinaria (20 km/h máximo).	Control de la velocidad en los caminos internos para la disminución de emisiones de polvo.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Presencia de señalética en la totalidad de los caminos. Circulación de vehículos y maquinaria a velocidades iguales o menores a 20 km/h dentro del Área del Proyecto. Reducción significativa de la generación de polvo visible y ausencia de afectaciones atribuibles al tránsito de vehículos a velocidades superiores a las establecidas.
		P14	Prevención	Prohibición de quema y uso de herbicidas para actividades de control de vegetación (desbroce).	Prevenir fuentes adicionales de contaminación del aire, mediante la eliminación del uso de fuego y agroquímicos en las actividades de manejo de vegetación.	P: Bimestral, específicamente durante la temporada de lluvias PE: Durante toda la etapa	Ausencia de residuos vegetales quemados o con rastros de químicos en áreas de desbroce. Ausencia de incidentes relacionados con el uso de fuego o agroquímicos y de afectaciones ambientales asociadas a dichas prácticas.
		P15	Prevención	Prohibición de quema de basura, residuos vegetales y otros desechos.	Prevenir la contaminación del aire por acción de la incineración de residuos generados en el Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Ausencia de residuos quemados en frentes de trabajo y sus alrededores. Ausencia de incidentes relacionados con el uso de fuego. Porcentaje de residuos generados en el Proyecto con disposición final con proveedores autorizados.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		M06	Mitigación	Apagado de motores de equipos inactivos.	Disminuir la cantidad de emisión de gases generados por los vehículos y maquinaria.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Ausencia/presencia de vehículos o maquinaria no activos con el motor prendido.
		M07	Mitigación	Uso de equipo, vehículos y maquinaria en óptimas condiciones de operación.	Disminuir la generación de emisiones contaminantes, gases de efecto invernadero asociados al funcionamiento de vehículos y maquinaria.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Cumplimiento de programa de mantenimiento de cada maquinaria o vehículo que se encuentre en el Proyecto. Percepción de maquinaria en buenas condiciones.
		M08	Mitigación	Uso de vehículos, camionetas y camiones en cumplimiento con la normatividad: NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-2018 y NOM-076-SEMARNAT-2012.	Prevenir el deterioro de la calidad del aire y reducir la emisión de contaminantes atmosféricos, mediante el cumplimiento de los límites máximos permisibles por los vehículos utilizados en el Proyecto.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Acreditación de cumplimiento normativo ambiental en materia de emisiones a vehículos, camionetas y camiones mediante evidencia documental vigente. Ausencia de vehículos que presenten emisiones visibles excesivas, incumplimientos normativos o fallas mecánicas relacionadas con el control de emisiones durante las inspecciones realizadas.
FQ20	Alteración al confort sonoro	M09	Mitigación	Uso de silenciadores en maquinaria pesada.	Reducir la contaminación sonora generadas durante las actividades del Proyecto.	P: Inspección inicial al ingreso al Proyecto PE: Durante toda la etapa	Verificación de silenciadores en maquinaria y mantenimiento preventivo. Ausencia de maquinaria que presenten emisiones de ruido excesivas.
		M10	Mitigación	Todos los vehículos utilizados deberán cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994 de niveles máximos de ruido.	Reducir la generación de ruido derivada de la operación de vehículos y maquinaria a límites máximos permisibles.	P: Semestral PE: Durante toda la etapa	Programa de mantenimiento y evidencia de mantenimientos realizados. Presencia de vehículos que excedan los límites máximos permisibles de ruido durante las inspecciones o monitoreos realizados en el Proyecto.
FQ21	Contaminación del agua superficial	P16	Prevención	Prohibición de disposición de cualquier tipo de material (mantenimiento), así como residuos sólidos (urbanos, de manejo especial y peligrosos) en corrientes de agua o en sus alrededores / Implementación de actividades de manejo de residuos sólidos (recolección, separación, almacenamiento, transporte fuera del Área del Proyecto y disposición final).	Prevenir la contaminación de corrientes de agua mediante la contención adecuada de materiales y residuos.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Distribución estratégica de contenedores para residuos o áreas de almacenamiento de materiales en frentes de trabajo. Ausencia de residuos y materiales en corrientes de agua o sus alrededores.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		P17	Prevención	Instalación de sanitarios portátiles en proporción 1 por cada 20 trabajadores y manejo de aguas residuales a través de proveedores autorizados (Prohibición de vertimiento de aguas residuales en corrientes de agua).	Prevenir la contaminación del suelo, aguas superficiales y aguas subterráneas derivada de la disposición inadecuada de residuos sanitarios generados por el personal durante las distintas etapas del Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Sanitarios portátiles instalados en frentes de trabajo en relación con el número de trabajadores (1 sanitario por cada 20 trabajadores). Ausencia de eventos de contaminación, derrames o descargas no autorizadas de residuos sanitarios dentro del Área del Proyecto. Comprobantes de mantenimiento a sanitarios portátiles y de retiro y disposición de aguas residuales.
		P18	Prevención	Impartición de pláticas de concientización ambiental sobre el uso eficiente del agua y la prevención de su contaminación.	Concientizar ambientalmente al personal para prevenir afectaciones en la calidad del agua por prácticas inadecuadas o deficientes durante la realización de sus actividades.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Porcentaje de personal capacitado respecto al total de trabajadores en el Proyecto. Incidentes de contaminación del agua atribuibles a prácticas realizadas de forma inadecuada o deficiente por el personal.
		P19	Prevención	Disposición de kit contra derrames en maquinaria / Capacitación en el manejo y atención de derrames a operadores de maquinaria / Recolección de suelos contaminados con hidrocarburos y manejo como residuos peligrosos.	Prevenir la contaminación del agua superficial durante eventos de derrames de combustibles mediante su contención y posterior manejo como RP.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Listados de capacitaciones de los operadores de maquinaria. Presencia de kit antiderrames en maquinaria. Incidentes de contaminación del agua superficial por derrames de combustibles no contenidos adecuadamente. Bitácoras de registros de RP correspondientes a suelos contaminados por combustibles.
FQ22	Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles lubricantes y la inadecuada disposición de residuos	P04	Prevención	Prohibición de actividades de mantenimiento mayor de maquinaria pesada o vehículos / Uso de película plástica impermeable o charola antiderrames en caso de descomposturas en sitio de maquinaria pesada o vehículos.	Prevenir la contaminación del agua subterránea derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricantes provenientes de maquinaria pesada o vehículos por descomposturas	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Retiro de maquinaria pesada y/o vehículos para mantenimiento mayor fuera del Área de Proyecto. Presencia de superficies impermeables o aditamentos para contención de derrames en maquinaria pesada y/o vehículos con descomposturas en sitio. Registros de contaminación del agua superficial por derrames de combustibles o lubricantes asociados a descomposturas de maquinaria pesada y/o vehículos.
		P05	Prevención	Mantenimiento menor o preventivo de maquinaria y vehículos en sitios específicos para ello (superficie impermeable).	Prevenir la contaminación del agua subterránea derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricantes durante la realización de actividades de mantenimiento menor de maquinaria y vehículos.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Áreas habilitadas para mantenimiento menor (con superficie impermeable). Registros de contaminación del agua superficial por derrames de combustibles o lubricantes asociados a mantenimiento menor o preventivo de maquinaria y vehículos.
		P07	Prevención	Almacenamiento adecuado de sustancias químicas y resguardo en sitios habilitados para ello (superficie impermeable) / Uso de aditamentos adecuados y superficies impermeables para transferencia de sustancias químicas.	Contar con un almacén de sustancias químicas para prevenir que las fugas y derrames lleguen a contaminar al suelo y posteriormente se infiltre afectando la calidad del agua subterránea.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Establecimiento de área de resguardo de sustancias químicas con condiciones adecuadas. Porcentaje de fugas y derrames contenidos en el área de resguardo. Registros de incidentes de contaminación por almacenamiento inadecuado de sustancias químicas.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		P19	Prevención	Disposición de kit contra derrames en maquinaria / Capacitación en el manejo y atención de derrames a operadores de maquinaria / Recolección de suelos contaminados con hidrocarburos y manejo como residuos peligrosos.	Prevenir la contaminación del agua subterránea durante eventos de derrames de combustibles mediante su contención y posterior manejo como RP.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Listados de capacitaciones de los operadores de maquinaria. Presencia de kit antiderrames en maquinaria. Presencia de suelos con evidencias de contaminación con hidrocarburos (no recolectados y dispuestos como RP).
FQ23	Recuperación del volumen de infiltración	R03	Restauración	Manejo de residuos vegetales (provenientes del desbroce) para su incorporación en las mismas superficies de generación.	Promover la recuperación del volumen de infiltración del suelo mediante el aprovechamiento de los residuos vegetales.	P: Mensual, durante actividades de desbroce PE: Durante toda la etapa	Reincorporación de residuos en áreas de generación. Reducción de escurrimientos.
FQ24	Incremento en la demanda de agua cruda y potable	M11	Mitigación	Impartición de pláticas de concientización ambiental sobre el uso eficiente del agua y la prevención de su contaminación.	Concientizar ambientalmente al personal para realizar un uso eficiente y responsable del agua durante la realización de sus actividades.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Porcentaje de personal capacitado respecto al total de trabajadores en el Proyecto. Incidentes relacionados con el uso ineficiente del agua atribuibles a prácticas realizadas de manera inadecuada o deficiente por el personal.
		M12	Mitigación	Obtención de agua cruda de aprovechamientos autorizados.	Garantizar un abastecimiento legal y ambientalmente responsable del recurso hídrico.	P: Una vez, cada que ingrese un nuevo proveedor de servicio. PE: Durante toda la etapa	Autorización con comprobación documental del aprovechamiento de agua. Incidentes relacionados con abastecimiento de agua por fuentes no autorizadas.
		M13	Mitigación	Uso de agua tratada en actividades que lo permitan en lugar de agua cruda.	Reducir la demanda de agua a través del uso de agua tratada en actividades que lo permitan.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Bitácoras de ingresos y consumo de agua. Porcentaje de uso de agua tratada en actividades que así lo permitan.
BE7	Afectación a la riqueza y abundancia de la fauna silvestre	P18	Prevención	Impartición de pláticas de concientización ambiental para que el personal permita el libre tránsito y desplazamiento de la fauna silvestre fuera de las áreas de trabajo.	Concientizar al personal sobre la importancia de la fauna silvestre y las especies que se distribuyen para prevenir afectaciones adicionales a las contempladas por el establecimiento del Proyecto.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Porcentaje de personal capacitado respecto al total de trabajadores en el Proyecto. Incidentes relacionados con la extracción o afectación de ejemplares de fauna silvestre del Área del Proyecto.
		P21, M16	Prevención, Mitigación	Implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.	Prevenir y en dado caso minimizar la afectación directa a la fauna durante las actividades del Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Supervivencia de ejemplares rescatados (≥ 90 %). Incidentes de afectación a fauna.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Medida			Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo	Nombre			
		P23	Prevención	Restricciones de velocidad para el tránsito de vehículos y maquinaria (20 km/h máximo).	Control de la velocidad en los caminos internos para la prevención de atropello de fauna.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Presencia de señalética en la totalidad de los caminos. Circulación de vehículos y maquinaria a velocidades iguales o menores a 20 km/h dentro del Área del Proyecto. Ausencia de fauna lesionada o muerta identificada en los caminos del Proyecto y sus alrededores.
SC4	Afectación de la calidad de vida de la población aledaña al Proyecto	M20	Mitigación	Implementar estrategias de comunicación social mediante las cuales se informe oportunamente a las comunidades aledañas sobre las actividades del Proyecto.	Reducir las molestias y la incertidumbre de la población derivadas de las actividades del Proyecto mediante una comunicación oportuna, transparente y efectiva.	P: Trimestral PE: Durante toda la etapa	Informes, avisos y mecanismos de atención implementados respecto a los programados. Número de quejas relacionadas con falta de información y su atención (≥95 %).

IV.4.4. Medidas ambientales para los impactos de la etapa de Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Las medidas propuestas para la etapa de Desmantelamiento y abandono de las instalaciones se presentan en la **Tabla IV-14**, en la cual, para una fácil identificación, se presenta el código del impacto con el que han sido tratados anteriormente en el apartado **IV.3 IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO**, así como la clave de las medidas descritas en el apartado **IV.4.1 Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración por factor ambiental**.

Tabla IV-14 Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración para la etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Impactos ambientales		Tipo de medida		Nombre	Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo				
FQ25	Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos (RSU),	P08	Prevención	Implementar actividades de manejo de residuos sólidos urbanos (recolección, separación, almacenamiento, transporte de residuos fuera del Área del Proyecto y disposición final).	Gestionar integralmente todos los RSU generados para evitar posible contaminación del suelo.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Presencia de contenedores adecuados en frentes de trabajo y contenedores permanentes para almacenamiento de RSU. Bitácoras de registros de almacenamiento de RSU y disposición final. Presencia de RSU dispersos en frentes de trabajo. Porcentaje de disposición final de RSU con respecto a RSU generados en el Área del Proyecto.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Tipo de medida		Nombre	Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo				
	residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP)	P09	Prevención	Implementar actividades de manejo de Residuos de Manejo Especial (RME) [recolección, separación, almacenamiento, transporte de residuos fuera del Área del Proyecto y disposición final].	Gestionar integralmente todos los RME generados para prevenir la contaminación del suelo y promover el aprovechamiento de materiales reciclables mediante su gestión conforme a la normatividad aplicable.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Área de disposición temporal de RME debidamente establecida para asegurar el buen estado de los residuos. Segregación de los RME generados en los frentes de trabajo. Presencia de RME dispersos en frentes de trabajo. Porcentaje de residuos valorizables (metales, madera u otros materiales reciclables) canalizados a reciclaje o aprovechamiento.
		P11	Prevención	Implementar actividades de manejo de residuos peligrosos (RP) acordes con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Prevenir la contaminación del suelo derivada del manejo inadecuado de RP generados, mediante su gestión integral conforme a la legislación ambiental vigente.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Sitios de almacenamiento temporal acorde a la reglamentación, Bitácoras de almacenamiento de RP (no mayor a 6 meses) y de disposición final. Porcentaje de RP generados manejados, almacenados y dispuestos conforme a la legislación aplicable y mediante empresas autorizadas. Registros de contaminación atribuibles al manejo de RP.
		P17	Prevención	Instalación de sanitarios portátiles en proporción 1 por cada 20 trabajadores y manejo de aguas residuales a través de proveedores autorizados.	Prevenir la contaminación del suelo derivada de la disposición inadecuada de residuos sanitarios generados por el personal que labore durante las distintas etapas del Proyecto.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Sanitarios portátiles instalados en frentes de trabajo en relación con el número de trabajadores (1 sanitario por cada 20 trabajadores). Ausencia de eventos de contaminación, derrames o descargas no autorizadas de residuos sanitarios dentro del Área del Proyecto. Comprobantes de mantenimiento a sanitarios portátiles y de retiro y disposición de aguas residuales.
FQ29	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	M04	Mitigación	Circulación de camiones de carga cubiertos con lona u otro material que evite la dispersión de residuos durante su transporte.	Reducir la dispersión de partículas suspendidas dentro y fuera del Área del Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Cobertura o contención en su totalidad de los materiales o residuos transportados en camiones de carga. Sin evidencias de dispersión de residuos durante la circulación de los camiones de carga.
		M05	Mitigación	Restricciones de velocidad para el tránsito de vehículos y maquinaria (20 km/h máximo).	Control de la velocidad en los caminos internos para la disminución de emisiones de polvo.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Presencia de señalética en la totalidad de los caminos. Circulación de vehículos y maquinaria a velocidades iguales o menores a 20 km/h dentro del Área del Proyecto. Reducción significativa de la generación de polvo visible y ausencia de afectaciones atribuibles al tránsito de vehículos a velocidades superiores a las establecidas.
		P15	Prevención	Prohibición de quema de basura, residuos vegetales y otros desechos.	Prevenir la contaminación del aire por acción de la incineración de residuos generados en el Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Ausencia de residuos quemados en frentes de trabajo y sus alrededores. Ausencia de incidentes relacionados con el uso de fuego. Porcentaje de residuos generados en el Proyecto con disposición final con proveedores autorizados.
		M06	Mitigación	Apagado de motores de equipos inactivos.	Disminuir la cantidad de emisión de gases generados por los vehículos y maquinaria.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Ausencia/presencia de vehículos o maquinaria no activos con el motor prendido.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Tipo de medida		Nombre	Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo				
		M07	Mitigación	Uso de equipo, vehículos y maquinaria en óptimas condiciones de operación.	Disminuir la generación de emisiones contaminantes, gases de efecto invernadero asociados al funcionamiento de vehículos y maquinaria.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Cumplimiento de programa de mantenimiento de cada maquinaria o vehículo que se encuentre en el Proyecto. Percepción de maquinaria en buenas condiciones.
		M08	Mitigación	Uso de vehículos, camionetas y camiones en cumplimiento con la normatividad: NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-2018 y NOM-076-SEMARNAT-2012.	Prevenir el deterioro de la calidad del aire y reducir la emisión de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles, asegurando que los vehículos utilizados en el Proyecto cumplan con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental vigente.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Acreditación de cumplimiento normativo ambiental en materia de emisiones a vehículos, camionetas y camiones mediante evidencia documental vigente. Ausencia de vehículos que presenten emisiones visibles excesivas, incumplimientos normativos o fallas mecánicas relacionadas con el control de emisiones durante las inspecciones realizadas.
FQ30	Alteración al confort sonoro	M09	Mitigación	Uso de silenciadores en maquinaria pesada.	Reducir la contaminación sonora generada durante las actividades del Proyecto.	P: Inspección inicial al ingreso al Proyecto PE: Durante toda la etapa	Verificación de silenciadores en maquinaria y mantenimiento preventivo. Ausencia de maquinaria que presenten emisiones de ruido excesivas.
		M10	Mitigación	Todos los vehículos utilizados deberán cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994 de niveles máximos de ruido.	Reducir la generación de ruido derivada de la operación de vehículos y maquinaria a límites máximos permisibles.	P: Semestral PE: Durante toda la etapa	Programa de mantenimiento y evidencia de mantenimientos realizados. Presencia de vehículos que excedan los límites máximos permisibles de ruido durante las inspecciones o monitoreos realizados en el Proyecto.
FQ31	Contaminación del agua superficial	P16	Prevención	Prohibición de disposición de residuos sólidos (urbanos, de manejo especial y peligrosos) en corrientes de agua o en sus alrededores / Implementación de actividades de manejo de residuos sólidos (recolección, separación, almacenamiento, transporte fuera del Área del Proyecto y disposición final).	Prevenir la contaminación de corrientes de agua mediante la contención adecuada de materiales y residuos.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Distribución estratégica de contenedores para residuos o áreas de almacenamiento de materiales en frentes de trabajo. Ausencia de residuos y materiales en corrientes de agua o sus alrededores.
		P17	Prevención	Instalación de sanitarios portátiles en proporción 1 por cada 20 trabajadores y manejo de aguas residuales a través de proveedores autorizados (Prohibición de vertimiento de aguas residuales en corrientes de agua).	Prevenir la contaminación del suelo, aguas superficiales y aguas subterráneas derivada de la disposición inadecuada de residuos sanitarios generados por el personal durante esta etapa del Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Sanitarios portátiles instalados en frentes de trabajo en relación con el número de trabajadores (1 sanitario por cada 20 trabajadores). Ausencia de eventos de contaminación, derrames o descargas no autorizadas de residuos sanitarios dentro del Área del Proyecto. Comprobantes de mantenimiento a sanitarios portátiles y de retiro y disposición de aguas residuales.

Consulta al Público

Impactos ambientales		Tipo de medida		Nombre	Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo				
		P18	Prevención	Impartición de pláticas de concientización ambiental sobre el uso eficiente del agua y la prevención de su contaminación.	Concientizar ambientalmente al personal para prevenir afectaciones en la calidad del agua por prácticas inadecuadas o deficientes durante la realización de sus actividades.	P: Mensual PE: Durante toda la etapa	Porcentaje de personal capacitado respecto al total de trabajadores en el Proyecto. Incidentes de contaminación del agua atribuibles a prácticas realizadas de forma inadecuada o deficiente por el personal.
FQ32	Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles lubricantes y la inadecuada disposición de residuos	P04	Prevención	Prohibición de actividades de mantenimiento mayor de maquinaria pesada o vehículos / Uso de película plástica impermeable o charola antiderrames en caso de descomposturas en sitio de maquinaria pesada o vehículos.	Prevenir la contaminación del agua subterránea derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricantes provenientes de maquinaria pesada o vehículos por descomposturas	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Retiro de maquinaria pesada y/o vehículos para mantenimiento mayor fuera del Área de Proyecto. Presencia de superficies impermeables o aditamentos para contención de derrames en maquinaria pesada y/o vehículos con descomposturas en sitio. Registros de contaminación del agua superficial por derrames de combustibles o lubricantes asociados a descomposturas de maquinaria pesada y/o vehículos.
		P05	Prevención	Mantenimiento menor o preventivo de maquinaria y vehículos en sitios específicos para ello (superficie impermeable).	Prevenir la contaminación del agua subterránea derivado de fugas o derrames de combustibles y lubricantes durante la realización de actividades de mantenimiento menor de maquinaria y vehículos.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Áreas habilitadas para mantenimiento menor (con superficie impermeable). Registros de contaminación del agua superficial por derrames de combustibles o lubricantes asociados a mantenimiento menor o preventivo de maquinaria y vehículos.
		P19	Prevención	Disposición de kit contra derrames en maquinaria / Capacitación en el manejo y atención de derrames a operadores de maquinaria / Recolección de suelos contaminados con hidrocarburos y manejo como residuos peligrosos.	Prevenir la contaminación del agua subterránea durante eventos de derrames de combustibles mediante su contención y posterior manejo como RP.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Listados de capacitaciones de los operadores de maquinaria. Presencia de kit antiderrames en maquinaria. Presencia de suelos con evidencias de contaminación con hidrocarburos (no recolectados y dispuestos como RP).
EO7	Afectación en el tránsito vehicular	M18	Mitigación	Instalaciones de carteles informativos de desvíos e interrupciones del tráfico vehicular y señalamientos de regulación del tránsito y seguridad vial.	Garantizar la seguridad vial y minimizar afectaciones al tránsito derivadas de las actividades del Proyecto.	P: Semanal PE: Construcción	Caminos situados en los alrededores de las rutas de acceso al Proyecto con presencia de señalamientos informativos, preventivos y restrictivos. Número de incidentes, accidentes o reportes asociados a deficiencias en la señalización instalada referente a las áreas de trabajo y vialidades del Proyecto.
		M19	Mitigación	Avisos en localidades de alta afluencia vehicular por actividades del Proyecto.	Prevenir la congestión vial mediante avisos a las comunidades sobre flujo vehicular relacionada al Proyecto.	P: Semanal PE: Durante toda la etapa	Registro de aviso a las comunidades ubicadas en los alrededores del Proyecto acorde al programa calendarizado de avance de obra. Número de incidentes de congestión vial severa, interrupciones prolongadas de circulación o accidentes atribuibles a la falta o deficiente comunicación con las comunidades aledañas.

Consulta el Público

Impactos ambientales		Tipo de medida		Nombre	Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficiencia
Código	Descripción	Clave	Tipo				
		P25	Prevención	Colocación de bandereros en la entrada/salida del Proyecto para el control del flujo vehicular.	Prevenir conglomeraciones a través del apoyo de bandereros para el flujo en ingreso y salida del Proyecto.	P: Diaria PE: Durante toda la etapa	Presencia de bandereros acordes a las horas de mayor afluencia en los accesos al Proyecto. Bajo número de incidentes de congestión vial o accidentes atribuibles a la cantidad suficiente de bandereros en los accesos al Proyecto.
SC5	Afectación de la calidad de vida de la población aledaña al Proyecto	M20	Mitigación	Implementar estrategias de comunicación social mediante las cuales se informe oportunamente a las comunidades aledañas sobre las actividades del Proyecto.	Reducir las molestias y la incertidumbre de la población derivadas de las actividades del Proyecto mediante una comunicación oportuna, transparente y efectiva.	P: Trimestral PE: Durante toda la etapa	Informes, avisos y mecanismos de atención implementados respecto a los programados. Número de quejas relacionadas con falta de información y su atención (≥95 %).

Consulta al Público

IV.5. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y RESIDUALES

De acuerdo con los resultados de la evaluación realizada a los impactos ambientales que potencialmente se producirán por las obras y/o actividades del Proyecto, en la **Tabla IV-15** se presentan aquellos impactos adversos que han sido identificados como significativos, acumulativos, sinérgicos o residuales.

Tabla IV-15 Impactos ambientales del Proyecto identificados como adversos significativos, acumulativos, sinérgicos o residuales

Componente	Código RIAM	Impacto	Clasificación	Significativo	Acumulativo o sinérgico	Residual
Etapa de preparación del sitio y construcción						
Morfología (Relieve y topografía)	FQ1	Modificación de la topografía y morfología del sitio	Impacto negativo		X	X
Suelo (Calidad - Contaminación)	FQ2	Contaminación del suelo por el derrame de combustibles y lubricantes	Impacto negativo significativo	X		
Suelo (Calidad – Contaminación)	FQ3	Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos	Impacto negativo significativo	X		
Suelo (Capa orgánica)	FQ4	Disminución de la fertilidad del suelo	Impacto negativo		X	X
Suelo (Erosión)	FQ5	Incremento en el grado de erosión	Impacto negativo significativo	X	X	
Aire (Clima)	FQ6	Modificación del microclima	Impacto negativo		X	X
Aire (Calidad – Contaminación)	FQ7	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	Impacto negativo significativo	X	X	
Aire (Confort sonoro)	FQ8	Alteración al confort sonoro	Impacto negativo significativo	X	X	
Agua (Hidrología superficial)	FQ9	Alteración a la hidrología superficial	Impacto negativo		X	X
Agua (Calidad del agua superficial)	FQ10	Contaminación del agua superficial	Impacto negativo		X	
Agua/Calidad del agua subterránea	FQ11	Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles lubricantes y la inadecuada disposición de residuos	Impacto negativo			X
Agua (Área-volumen de infiltración)	FQ12	Reducción del volumen de infiltración	Impacto negativo		X	X
Agua (Demanda de agua cruda y potable)	FQ13	Incremento en la demanda de agua cruda y potable	Impacto negativo significativo	X	X	

Consulta al Público

Componente	Código RIAM	Impacto	Clasificación	Significativo	Acumulativo o sinérgico	Residual
Vegetación (Diversidad florística)	BE1	Afectación de la riqueza y abundancia de la flora silvestre	Impacto negativo		X	X
Vegetación (Cobertura vegetal)	BE2	Disminución de superficies con cobertura vegetal	Impacto negativo significativo	X	X	X
Fauna (Diversidad de fauna)	BE4	Afectación a la riqueza y abundancia de la fauna silvestre	Impacto negativo significativo	X	X	
Fauna (Diversidad de fauna)	BE5	Afectación a la fauna voladora por colisión ocasionada por la infraestructura de la central fotovoltaica	Impacto negativo significativo	X	X	X
Fauna (Disponibilidad de hábitats)	BE6	Pérdida de hábitat disponible para la fauna silvestre	Alto impacto negativo	X	X	X
Infraestructura y servicios (Tránsito vehicular)	EO1	Afectación en el tránsito vehicular	Impacto negativo significativo	X	X	
Valores culturales (Cualidades estéticas – paisajísticas)	SC2	Disminución de la calidad estética – paisajística	Impacto negativo significativo	X	X	X
Etapa de operación y mantenimiento						
Aire (Calidad – Contaminación)	FQ19	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	Impacto negativo		X	
Agua (Calidad del agua superficial)	FQ21	Contaminación del agua superficial	Impacto negativo		X	
Agua/Calidad del agua subterránea	FQ22	Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles y lubricantes y la inadecuada disposición de residuos	Impacto negativo			X
Agua (Demanda de agua cruda y potable)	FQ24	Incremento en la demanda de agua cruda y potable	Impacto negativo significativo	X	X	X
Etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones						
Suelo (Calidad – Contaminación)	FQ25	Contaminación del suelo por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos	Impacto negativo significativo	X		
Aire (Calidad – Contaminación)	FQ29	Afectación de la calidad del aire por emisiones de partículas (polvos) y gases de combustión	Impacto negativo significativo	X	X	
Aire (Confort sonoro)	FQ30	Alteración al confort sonoro	Impacto negativo significativo	X	X	
Agua (Calidad del agua superficial)	FQ31	Contaminación del agua superficial	Impacto negativo		X	
Agua/Calidad del agua subterránea	FQ32	Contaminación del agua subterránea por el derrame de combustibles y lubricantes y la inadecuada disposición de residuos	Impacto negativo			X

Consulta al Público

Componente	Código RIAM	Impacto	Clasificación	Significativo	Acumulativo o sinérgico	Residual
Infraestructura y servicios (Tránsito vehicular)	EO7	Afectación en el tránsito vehicular	Impacto negativo		X	

Por el desarrollo del Proyecto, se identificaron un total de 16 impactos adversos categorizados como significativos o relevantes, correspondientes a Puntuaciones Ambientales de -19 a -35 (Impacto negativo significativo) y de -36 a -71 (Alto impacto negativo), de los cuales 12 estarían asociados a la etapa de preparación del sitio y construcción, 1 a la etapa de operación y mantenimiento y 3 a la etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones. Dentro de estos impactos, los de mayor valoración corresponden a: Pérdida de hábitat disponible para la fauna silvestre (BE6) con una puntuación de -48 (Alto impacto negativo) y la Disminución de la calidad estética – paisajística (SC2) con puntuación de -32 (Impacto negativo significativo.

El efecto aditivo entre las actividades del Proyecto y las principales actividades productivas, económicas e infraestructura que se desarrollan o presentan en la región (identificadas y caracterizadas en el apartado **IV.2.** del presente capítulo), fue contemplado durante la evaluación realizada con el RIAM mediante el criterio de Acumulación (B3), por lo que, en el caso de la existencia de un efecto acumulativo, al impacto se le asignó un valor de 3. La asignación de un valor de 3 en el criterio de Acumulación (3) también incluyó a aquellos impactos con efectos sinérgicos.

Con base en lo anterior, para el Proyecto se identificaron un total de 24 impactos adversos considerados como acumulativos o sinérgicos, de los cuales, los de mayor relevancia corresponden a la Pérdida de hábitat disponible para la fauna silvestre (BE6) y Disminución de la calidad estética – paisajística (SC2). Se identifican 17 impactos adversos acumulativos o sinérgicos en la etapa de preparación del sitio y construcción, 3 en la etapa de operación y mantenimiento y 4 en la etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Con respecto a los impactos residuales, se definieron como tal a aquellos que se evaluaron en el RIAM como Permanente (valor 3 correspondiente al criterio de Permanencia B1) y/o como Irreversibles (valor 3 correspondiente al criterio de Reversibilidad B2), obteniendo con ello la presencia de 11 impactos en la etapa de preparación del sitio y construcción, 2 en la etapa de operación y mantenimiento, y 1 en la etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones. Los impactos adversos residuales de mayor relevancia corresponden a la Pérdida de

Consulta al Público

hábitat disponible para la fauna silvestre (BE6) y la Disminución de la calidad estética – paisajística (SC2).

IV.6. MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y/O RESTAURACIÓN AMBIENTAL

Como parte de las acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones iniciales del Área del Proyecto, propiciando la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban, a continuación, se muestran las medidas de restauración y/o compensaciones propuestas como parte del Programa de Reforestación (**Tabla IV-16**). Es preciso mencionar que, al momento de la presentación de la MIA-R, el polígono específico de reforestación aún no ha sido definido. No obstante, previo al inicio del Programa de Reforestación, se realizará una evaluación técnica de campo con el objetivo de seleccionar y delimitar una superficie igual o superior a 83.936 ha, ubicada dentro de la misma Región Ecológica del Proyecto, con características ambientales semejantes a las del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y conforme a los criterios establecidos en el Programa de Reforestación.

Tabla IV-16 Medidas de compensación y/o restauración ambiental

Tipo de medida		Descripción de la medida	Objetivo	Periodicidad (P) y Plazo de ejecución (PE)	Parámetros de cumplimiento	Parámetros de eficacia
Clave	Tipo					
C01	Compensación	Programa de Reforestación con especies nativas	Compensar la pérdida de cobertura vegetal derivada de la remoción de 83.936 ha de vegetación forestal mediante el establecimiento de una superficie de reforestación igual o mayor a la afectada, utilizando especies nativas representativas del ecosistema impactado (vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia), contribuyendo a la recuperación de la cobertura vegetal, la infiltración de agua, el hábitat para fauna y los servicios ecosistémicos.	P: La plantación se realizará una sola vez durante la implementación del Programa; posteriormente se desarrollarán actividades continuas de mantenimiento, monitoreo y seguimiento. PE: Iniciará una vez concluida la etapa constructiva del Proyecto y contará con un periodo mínimo de seguimiento de tres años, ampliable hasta cinco años en caso de requerirse acciones correctivas.	1. Reforestación de una superficie mínima equivalente al área forestal impactada (83.936 ha). 2. Número de individuos plantados conforme al diseño de plantación aprobado.	1. Mantener una sobrevivencia igual o superior al 80 % de los individuos plantados durante los tres años de seguimiento. 2. Permanencia de los ejemplares en buen estado, presencia de rebrotes, ausencia de estrés hídrico severo, control de plagas y establecimiento exitoso de la vegetación.

Consulta al Público

IV.7. FUENTES CONSULTADAS

García, L. A. 2004. Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales. Universidad Politécnica de Cataluñya. Barcelona, España.

Gómez, D. 2003. Evaluación del impacto ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2.ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Consulta al Público

770000 780000 790000 800000

2150000 2140000 2130000 2120000

GOLFO DE MÉXICO

N O E S

Zampoala
El Paraíso (La Charca)
La Gloria
180
Playa de Chachalacas
Barra de Chachalacas
Úrsulo Galván
El Palmar
Cabezas
JOSÉ CARDEL
Nicolás Blanco (San Pancho)
Chichicaxtle
Salmoral Parte del Sur
La Antigua
180
140
Paso de Ovejas
El Hatito
Tolome
La Pureza
El Hatillo
Ezequiel Lagunes
El Chamizal
San Julián
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
Dos Lagunas
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Oasis
Los Torrentes
Puente Jula
140
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Nuevo Veracruz
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
LAS AMAPOLAS
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Las Amapolas Dos
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
Hacienda Sotavento
Bajos del Jobo
Mata Loma
Valle Alto
180
150
Tenenexpan
Boca del Río

770000 780000 790000 800000

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto (AP)

Poblaciones

De 50,001 a 500,000 habitantes — VERACRUZ
De 15,001 a 50,000 habitantes — JOSÉ CARDEL
De 2,501 a 15,000 habitantes — Vargas
Con menos de 2,500 habitantes — La Pureza
Localidades

Vías de comunicación

Carretera pavimentada de más de dos carriles
Carretera pavimentada de dos carriles
Número de carretera: Federal, Estatal — 80, 87

Límites

Municipal

LOCALIZACIÓN



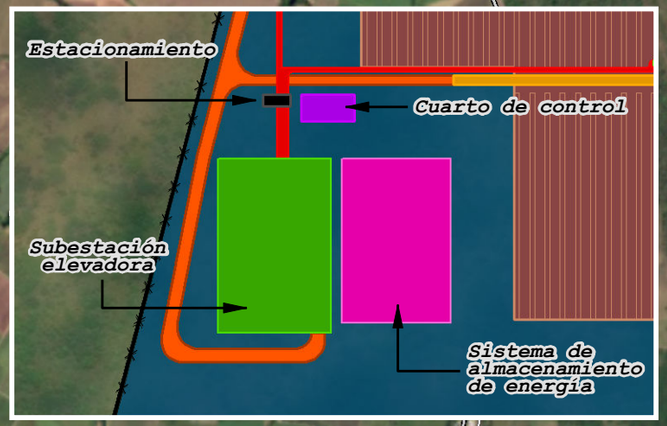
ESCALA GRÁFICA

2 1 0 2 4 6 8
Kilómetros

Parque Fotovoltaico El Jarocho Solar

UBICACIÓN DEL PROYECTO

782000
784000
786000
2136000
2134000
2132000



180

N
O
E
S

Camino de acceso

Áreas sin afectación

Caseta de vigilancia

La Pureza

Caminos internos

El Hatillo

Área de tránsito temporal

Zanjas de MT

Centros de transformación

Camino de acceso

El Chamizal

Campamento de faenas

Área de módulos fotovoltaicos

Sistema de almacenamiento de energía

Subestación elevadora

SIMBOLOGÍA

Componentes del Proyecto

- Caminos de acceso
- Cuarto de control
- Estacionamiento del cuarto de control
- Campamento de faenas
- Subestación elevadora
- Área de módulos fotovoltaicos
- Centros de transformación
- Zanjas de MT
- Sistema de almacenamiento de energía
- Casetas de vigilancia
- Caminos internos
- Área de tránsito temporal
- Áreas sin afectación
- Vallado

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

500 250 0 500 1,000

Meters

Parque Fotovoltaico El Jarocho Solar

COMPONENTES DEL PROYECTO

770000 780000 790000 800000

2150000 2140000 2130000 2120000

Zampoala
El Paraíso (La Charca)
La Gloria
Playa de Chachalacas
Barra de Chachalacas
Úrsulo Galván
El Palmar
Cabezas
JOSÉ CARDEL
Nicolás Blanco (San Pancho)
Chichicaxtle
Salmoral Parte del Sur
Paso de Ovejas
El Hatito
Tolome
UAB 122
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
UAB 75
San Julián
Dos Lagunas
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Puente Jula
Oasis
Los Torrentes
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Nuevo Veracruz
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
LAS AMAPOLAS
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Colonia Clara Córdoba Morán
Las Amapolas Dos
Hacienda Sotavento
Hacienda Paraíso
Valle Alto
Bajos del Jobo
Boca del Río
Tenenexpan
Mata Loma

GOLFO DE MÉXICO

N
O E
S

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto (AP)

Unidades ambientales biofísicas

75 Llanura Costera Veracruzana Norte

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

2 1 0 2 4 6 8

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

UNIDADES AMBIENTALES BIOFÍSICAS DEL POEGT

770000 775000 780000 785000 790000 795000

2145000 2140000 2135000 2130000 2125000

El Palmar
Cabezas
JOSÉ CARDEL
Nicolás Blanco (San Pancho)
Salmoral Parte del Sur
Paso de Ovejas
El Hatito
Tolome
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
Puente Jula
San Julián
Dos Lagunas
Colinas de Santa Fé
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Rio Medio
Oasis
Los Torrentes
VERACRUZ
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
Nuevo Veracruz
VALENTE DÍAZ
Santa Rita

37
38
39
40
162
163

GOLFO DE MÉXICO

N
O
E
S

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto (AP)

Unidades de gestión ambiental

Marina

162, 163

Regional

37

38, 39, 40

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL POEMyRGMyMC

600000 700000 800000 900000 1000000

2300000 2200000 2100000 2000000

N O E S

OE de la Cuenca del Río Tuxpán

OE de la Cuenca del Río Bobos

OE de la Región Capital de Xalapa

AP

OE de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos

GOLFO DE MÉXICO

HIDALGO

TLAXCALA

PUEBLA

VERACRUZ

OAXACA

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto (AP)

Ordenamientos ecológicos

- Cuenca del Río Bobos
- Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos
- Cuenca del Río Tuxpán
- Región Capital de Xalapa

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

20 10 0 20 40 60 80 100

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS DECRETADOS EN EL ESTADO DE VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE

778000 780000 782000 784000 786000 788000 790000

2138000 2136000 2134000 2132000 2130000 2128000

N O E S

Huixilapan
La Posta
La Antigua
José Ingenieros
La Pureza
El Hatillo
Loma Iguana
Vargas
Tierra Colorada
San Julián
Dos Lagunas
Colinas de Santa Fe

SO_AR_349
SO_DR_596
SO_CO_358
SO_UR_598
SO_AR_348
SO_UR_368
SO_AG_595
SO_AT_352

GOLFO DE MÉXICO

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto (AP)

Unidades de gestión territorial

SO_AT_352

SO_UR_368

SO_UR_598

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

UNIDADES DE GESTIÓN TERRITORIAL DEL PEOTDU DEL ESTADO DE VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE

720000 740000 760000 780000 800000 820000 840000

2180000 2160000 2140000 2120000 2100000 2080000

N O E S

Archipiélago de Bosques y Selvas de la Región Capital del Estado de Veracruz

Dunas de San Isidro

Mesa de Enmedio

El Angostillo

Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua

GOLFO DE MÉXICO

Sistema Arrecifal Veracruzano

Arroyo Moreno

Tembladeras Laguna Olmeca

Reserva Ecológica Natural en la Cuenca Alta del Río Atoyac

Cerro de San Juan de la Punta

Metlac-Río Blanco



SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto (AP)

Áreas naturales protegidas

ANP Federal

ANP Estatal

ANP Municipal

Otras

Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

10 5 0 10 20 30

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

740000 760000 780000 800000 820000 840000 860000

2160000 2140000 2120000 2100000 2080000 2060000 2040000

N O E S

GOLFO DE MÉXICO

Zempoala
Ursulo Galván
Cabezas
JOSÉ CARDEL
Rinconada
AP
Paso de Ovejas
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
VERACRUZ
VALENTE DÍAZ
Boca del Monte
Boca del Río
Manlio Fabio Altamirano
FRACCIONAMIENTO PUENTE MORENO
Antón Lizardo
Soledad de Doblado
Paso del Toro
Paso del Macho
General Miguel Alemán (Potrero Nuevo)
Yanga
Cuitláhuac
ALVARADO
Piedras Negras
Tlacotalpan
Tezonapa
OAXACA
TIERRA BLANCA
PUE.

SIMBOLOGÍA

- Área del Proyecto (AP)
- Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano
- Zona de influencia del PNSAV

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

10 5 0 10 20 30

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO CON RESPECTO A LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PNSAV

770000 780000 790000 800000

2150000 2140000 2130000 2120000

Zampoala
El Paraíso (La Charca)
La Gloria
Playa de Chachalacas
Barra de Chachalacas
Úrsulo Galván
El Palmar
Cabezas
JOSÉ CARDEL
Nicolás Blanco (San Pancho)
Chichicaxtle
Salmoral Parte del Sur
Paso de Ovejas
El Hatito
Tolome
San Julián
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
Dos Lagunas
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Oasis
Los Torrentes
Puente Jula
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Nuevo Veracruz
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
LAS AMAPOLAS
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Las Amapolas Dos
Colonia Clara Córdoba Morán
Tenenexpan
Mata Loma
Hacienda Sotavento
Hacienda Paraíso
Valle Alto
Bajos del Jobo
Boca del Río

GOLFO DE MÉXICO

Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

Sistema de Lagunas Interdunarias de La Ciudad de Veracruz

N
O E
S

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto (AP)

Sitios Ramsar

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

2 1 0 2 4 6 8

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

SITIOS RAMSAR

770000 775000 780000 785000 790000 795000

2145000 2140000 2135000 2130000 2125000

El Palmar
Cabezas
JOSÉ CARDEL
Nicolás Blanco (San Pancho)
Salmoral Parte del Sur
Paso de Ovejas
El Hatito
Tolome
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
Puente Jula
San Julián
Dos Lagunas
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Río Medio
Los Torrentes
Oasis
VERACRUZ
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
Nuevo Veracruz
VALENTE DÍAZ
Santa Rita

RMP: Laguna Verde - Antón Lizardo

GOLFO DE MÉXICO

RTP: Dunas costeras del centro de Veracruz

RHP: Río La Antigua

AICA: Centro de Veracruz

N O E S

SIMBOLOGÍA

- Área del Proyecto (AP)

Áreas de interés para la conservación

- Áreas de importancia para la conservación de aves (AICAs)
- Regiones hidrológicas prioritarias (RHP)
- Regiones marinas prioritarias (RMP)
- Regiones terrestres prioritarias (RTP)

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

ÁREAS DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN

781000 782000 783000 784000 785000 786000

2136000 2135000 2134000 2133000 2132000

ID	Especie	NOM-059
1	*Cedrela odorata*	Pr

1

La Pureza

El Hatillo

N O E S

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Registro de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Registros de especies en la RE

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

0.5 0.25 0 0.5 1

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

REGISTRO DE ESPECIES DE FLORA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

780000 782000 784000 786000

2136000 2134000 2132000 2130000

ID	Especie	NOM-059
	Reptiles	
1	*Micrurus diastema*	Pr
2	*Ctenosaura acanthura*	Pr
	Aves	
3	*Rostrhamus sociabilis*	Pr
4	*Cathartes burrovianus*	Pr
5	*Falco peregrinus*	Pr
6	*Psarocolius montezuma*	Pr
7	*Campylorhynchus rufinucha*	A
8	*Tachybaptus dominicus*	Pr
9	*Amazona autumnalis*	A
10	*Eupsittula nana*	Pr
	Mamíferos	
11	*Herpailurus yagouaroundi*	A
12	*Leopardus pardalis*	P

La Pureza

El Hatillo

2, 11, 12
4
2
7
7, 12
7, 10
7
7
2, 7
7
4, 7, 10
7, 8
5
10
2
7
7
7
4
11
5, 7
7
2, 7
4, 7
9
2, 7
7
7
3, 7
7
6, 7
1, 7

N O E S

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Registro de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Registros de especies en el AP

Registros de especies en la RE

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

0.5 0.25 0 0.5 1 1.5

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

REGISTRO DE ESPECIES DE FAUNA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
La Antigua
La Posta
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
José Ingenieros
GOLFO DE MÉXICO
N O E S
VRcc-pe+PHvr+PHlv/3
La Pureza
El Hatito
El Hatillo
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
H2O
Loma Iguana
ARca-oh+RGca-arp+VRpe/1
Cerro Guzmán
Dos Lagunas
Colonia Bahía Libre
Tierra Colorada
Vargas
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
Palmaritos
Plan del Manantial
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Río Medio
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
VRpe-mz+VRcr/3
Bandera de Juárez
PHlep-lo+RGeu+VRpe/2
Loma de Piedra
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Paso Real
Nuevo Veracruz
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
VRpe-oh/3
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
VRpe-mz+VRcr/3
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpán
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Grupo de suelos

Arenosol	AR	Technosol	TC
Phaeozem	PH	Vertisol	VR
Regosol	RG		

Calificadores de suelo

Calcárico ca	Éutrico eu	Mázico mz
Ócrico oh	Úrbico ub	Crómico cr
Pélico pe	Cálcico cc	Ecránico ek
Epiléptico lep	Vértico vr	Amphirúptico arp
Loámico lo	Lúvico lv	

Textura

Gruesa 1 Media 2 Fina 3

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

EDAFOLOGÍA

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
La Antigua
La Posta
José Ingenieros
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
GOLFO DE MÉXICO
N
O
E
S
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
Palmaritos
Plan del Manantial
Dos Lagunas
Colonia Bahía Libre
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Río Medio
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
Bandera de Juárez
El Pando
Loma de Piedra
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Paso Real
Nuevo Veracruz
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpan
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

775000 780000 785000 790000 795000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Erosión

Hídrica Laminar en grado leve

Sin erosión evidente

Otros rasgos

Asentamiento humano

Cuerpo de agua

Localidad

Zona arenosa

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

EROSIÓN DE SUELO

780000 785000 790000

2135000

2130000

N O E S

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto

Topoforma

Llanura aluvial costera

Lomerío con llanuras

SISTEMA DE TOPOFORMAS

780000 785000 790000

2135000

2130000

N O E S

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto

Litología

Depósitos aluviales

Sedimentos eólicos

Depósitos de lahares y arena

GEOLOGÍA

780000 785000 790000

2135000

2130000

N O E S

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto

Suelos

Arenosol

Vertisol

EDAFOLOGÍA

780000 785000 790000

2135000

2130000

N O E S

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto

Uso del suelo y vegetación

Agricultura de riego anual y permanente

Agricultura de riego anual y semipermanente

Agricultura de riego semipermanente

Agricultura de temporal anual

Agricultura de temporal anual y semipermanente

Asentamientos humanos

Pastizal cultivado

Vegetación de dunas costeras

Selva baja caducifolia

Veg. sec. arbustiva

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

760000 780000 800000

2140000

2120000

N O E S

LA PUREZA

SAN JULIÁN

MANLIO FABIO ALTAMIRANO

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto

Topoforma

Llanura aluvial costera

Lomerío con llanuras

SISTEMA DE TOPOFORMAS

760000 780000 800000

2140000

2120000

N O E S

LA PUREZA

SAN JULIÁN

MANLIO FABIO ALTAMIRANO

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto

Litología

Depósitos aluviales

Sedimentos eólicos

Depósitos de lahares y arena

GEOLOGÍA

760000 780000 800000

2140000

2120000

N O E S

LA PUREZA

SAN JULIÁN

MANLIO FABIO ALTAMIRANO

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto

Suelos

Arenosol

Leptosol

Phaeozem

Technosol

Vertisol

EDAFOLOGÍA

760000 780000 800000

2140000

2120000

N O E S

LA PUREZA

SAN JULIÁN

MANLIO FABIO ALTAMIRANO

SIMBOLOGÍA

Área del Proyecto

Uso del suelo y vegetación

Agricultura de riego anual y permanente

Agricultura de riego anual y semipermanente

Agricultura de riego permanente

Agricultura de riego semipermanente

Agricultura de riego semipermanente y permanente

Agricultura de temporal anual

Agricultura de temporal anual y permanente

Agricultura de riego anual y semipermanente

Agricultura de temporal permanente

Asentamientos humanos

Pastizal cultivado

Vegetación de dunas costeras

Selva baja caducifolia

Selva baja subcaducifolia

Veg. sec. arbustiva

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

760000 780000 800000

2140000

2120000

N O E S

Límites
Microcuencas
UGT 368
Suelo Arenosol calcárico - ócrico
Pastizal cultivado
D.R. La Antigua

SISTEMA DE TOPOFORMAS

760000 780000 800000

2140000

2120000

N O E S

Elementos no presentes en AP y su entorno

Límites
Microcuencas
UGT 368
Suelo Arenosol calcárico - ócrico
Pastizal cultivado
D.R. La Antigua

GEOLOGÍA

760000 780000 800000

2140000

2120000

N O E S

Elementos no presentes en AP y su entorno

Elementos no presentes en AP y su entorno

Límites
Microcuencas
UGT 368
Suelo Arenosol calcárico - ócrico
Pastizal cultivado
D.R. La Antigua

EDAFOLOGÍA

760000 780000 800000

2140000

2120000

N O E S

Elementos no presentes en AP y su entorno

Elementos no predominante en AP y su entorno

Elementos no presentes en AP y su entorno

Límites
Microcuencas
UGT 368
Suelo Arenosol calcárico - ócrico
Pastizal cultivado
D.R. La Antigua

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
Huixilapan
La Posta
La Antigua
José Ingenieros
GOLFO DE MÉXICO
N
O
E
S
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
140
Tolomé
Loma Fina (Loma Pelona)
180
San Julián
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Palmaritos
Plan del Manantial
Vargas
Dos Lagunas
Colonia Bahía Libre
Colinas de Santa Fé
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Río Medio
Delfino Victoria
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
140
El Pando
Bandera de Juárez
Loma de Piedra
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Nuevo Veracruz
Paso Real
Los Caños de Santa Rita
Cabo Verde
Belisario Domínguez (La Burrera)
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
140
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
180
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpan
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

775000 780000 785000 790000 795000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Poblaciones

De 50,001 a 500,000 habitantes — VERACRUZ

De 15,001 a 50,000 habitantes — VALENTE DÍAZ

De 2,501 a 15,000 habitantes — Vargas

De 1,000 a 2,500 habitantes — San Julián

Con menos de 1,000 habitantes — La Pureza

Vías de comunicación

Carretera pavimentada de más de dos carriles

Carretera pavimentada de dos carriles

Número de carretera: Federal — 180

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

REGIÓN ECOLÓGICA

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
La Antigua
La Posta
José Ingenieros
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Palmaritos
Plan del Manantial
Vargas
Colonia Bahía Libre
Dos Lagunas
Colinas de Santa Fé
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Río Medio
Delfino Victoria
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Bandera de Juárez
Loma de Piedra
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Nuevo Veracruz
Paso Real
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
Tenenexpan
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

GOLFO DE MÉXICO

N
O
E
S

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica

Área del Proyecto (AP)

Uso del suelo y vegetación

Selva baja caducifolia

Vegetación secundaria arbustiva

Otros usos de suelo y vegetación

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

DISTRIBUCIÓN DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN LA RE

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
Huixilapan
La Posta
La Antigua
José Ingenieros
GOLFO DE MÉXICO
N
O
E
S
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
140
Tolomé
Loma Fina (Loma Pelona)
180
San Julián
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Palmaritos
Plan del Manantial
Vargas
Dos Lagunas
Colonia Bahía Libre
Colinas de Santa Fé
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Río Medio
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
Bandera de Juárez
Curva del Paso Real
El Pando
Loma de Piedra
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Nuevo Veracruz
Paso Real
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
140
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
180
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpan
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

775000 780000 785000 790000 795000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Poblaciones

De 50,001 a 500,000 habitantes — VERACRUZ

De 15,001 a 50,000 habitantes — VALENTE DÍAZ

De 2,501 a 15,000 habitantes — Vargas

De 1,000 a 2,500 habitantes — San Julián

Con menos de 1,000 habitantes — La Pureza

Localidad con presencia indígena

Con menos de 40 % de población indígena en hogares y menos de 150 indígenas

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

PRESENCIA DE POBLACIÓN INDÍGENA EN HOGARES

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
Huixilapan
La Posta
La Antigua
José Ingenieros
GOLFO DE MÉXICO
N
O
E
S
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Palmaritos
Plan del Manantial
Vargas
Colonia Bahía Libre
Dos Lagunas
Colinas de Santa Fé
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Río Medio
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Bandera de Juárez
Loma de Piedra
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Paso Real
Nuevo Veracruz
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpan
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

775000 780000 785000 790000 795000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Calidad ecológica

Muy baja

Baja

Media

Alta

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

CALIDAD ECOLÓGICA

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
La Antigua
La Posta
José Ingenieros
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
GOLFO DE MÉXICO
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
Palmaritos
Plan del Manantial
Dos Lagunas
Colonia Bahía Libre
Colinas de Santa Fé
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Río Medio
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Bandera de Juárez
Loma de Piedra
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Paso Real
Nuevo Veracruz
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpan
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

N
O
E
S

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Integridad ecosistémica

Alta 1

Baja 0

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

INTEGRIDAD ECOSISTÉMICA

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
La Antigua
La Posta
José Ingenieros
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
QptLh-ar
GOLFO DE MÉXICO
N
O
E
S
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
Qhoal
San Julián
Loma Iguana
Qhoeo
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Palmaritos
Plan del Manantial
Vargas
Colinas de Santa Fé
Dos Lagunas
Colonia Bahía Libre
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Río Medio
Oasis
Los Torrentes
Delfino Victoria
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Bandera de Juárez
Paso San Juan
El Pando
Loma de Piedra
QptLh-ar
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Nuevo Veracruz
Paso Real
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
Santa Rita
VALENTE DÍAZ
QptLh-ar
Santa Elena
El Buzón
LAS AMAPOLAS
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpán
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Litología

Eólico	Qhoeo
Aluvión	Qhoal
Lahar - arena	QptLh-ar

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

GEOLOGÍA

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Mata Grande
Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
Huixilapan
La Posta
La Antigua
José Ingenieros
GOLFO DE MÉXICO
N
O
E
S
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
Palmaritos
Plan del Manantial
Dos Lagunas
Colonia Bahía Libre
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Río Medio
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Loma de Piedra
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Nuevo Veracruz
Paso Real
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
Santa Rita
VALENTE DÍAZ
LAS AMAPOLAS
Santa Elena
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
Tenenexpan
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco I. Moreno

775000 780000 785000 790000 795000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Unidades hidrogeológicas

Cuerpo de agua

Transmisividad alta

Transmisividad moderada

Vulnerabilidad acuífera

Vulnerabilidad Baja

Vulnerabilidad Media

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

VULNERABILIDAD

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

GOLFO DE MÉXICO

N O E S

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
La Antigua
La Posta
El Mango
El Faisán
José Ingenieros
Carretas
La Ceiba
La Víbora
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
Colonia Bahía Libre
Dos Lagunas
Colinas de Santa Fé
Colonia el Renacimiento
Palmaritos
Plan del Manantial
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Río Medio
Delfino Victoria
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Bandera de Juárez
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Loma de Piedra
Nuevo Veracruz
Paso Real
Los Caños de Santa Rita
Cabo Verde
Belisario Domínguez (La Burrera)
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
Tenenexpan
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

775000 780000 785000 790000 795000

SIMBOLOGÍA

- Región Ecológica (RE)
- Área del Proyecto (AP)

Inestabilidad de laderas

- Muy bajo
- Medio
- Alto

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

INESTABILIDAD DE LADERAS

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
La Posta
La Antigua
José Ingenieros
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
GOLFO DE MÉXICO
N
O
E
S
LA PUREZA
La Pureza
El Hatito
El Hatillo
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
SAN JULIÁN
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
Dos Lagunas
Colonia Bahía Libre
Colinas de Santa Fé
Colonia el Renacimiento
Palmaritos
Plan del Manantial
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Río Medio
Delfino Victoria
MANLIO FABIO ALTAMIRANO
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Bandera de Juárez
Loma de Piedra
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Paso Real
Nuevo Veracruz
Los Caños de Santa Rita
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpán
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

775000 780000 785000 790000 795000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Microcuencas

La Pureza

Manlio Fabio Altamirano

San Julián

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

MICROCUENCAS

780000 782000 784000 786000

2136000 2134000 2132000

N O E S

FT01 FT02 FT03 FT04

La Pureza

El Hatillo

780000 782000 784000 786000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Muestreo de mastofauna

Cámaras trampa en el AP

Cámaras trampa en la RE

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

0.5 0.25 0 0.5 1 1.5

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

MÉTODO DE FOTOTRAMPEO

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
La Antigua
La Posta
José Ingenieros
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Palmaritos
Plan del Manantial
Vargas
Pozo de Mata Ramírez
Bandera de Juárez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Loma de Piedra
Paso Real
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
Santa Rita
El Buzón
Santa Elena
Benito Juárez
Tenenexpan
San Juan de Estancia
Mata Loma
Francisco J. Moreno
San Julián
Dos Lagunas
Colonia Bahia Libre
Colinas de Santa Fé
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Río Medio
Oasis
Los Torrentes
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Nuevo Veracruz
VALENTE DÍAZ
LAS AMAPOLAS
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Colonia Clara Córdoba Morán
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Hacienda Paraíso

GOLFO DE MÉXICO

N O E S

3 5 6 12 16 21 22 28

SIMBOLOGÍA

- Región Ecológica (RE)
- Área del Proyecto (AP)
- Nivel estático
- Curva de igual elevación (msnm)

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO (2024)

782000 784000 786000

2134000 2132000 2130000

N O E S

PC38 PC37 PC29 PC30 PC05 PC06 PC36 PC35 PC27 PC28 PC03 PC01 PC04 PC02 PC39 PC40 PC12 PC07 PC11 PC08 PC14 PC13 PC16 PC15 PC18 PC17 PC20 PC19 PC23 PC25 PC26 PC24 PC10 PC09 PC34 PC33 PC21 PC22 PC31 PC32

La Pureza

El Hatillo

Loma Iguana

San Julián

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Puntos de conteo de aves (PC)

PC en el AP

PC en la RE

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

0.5 0.25 0 0.5 1 1.5

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

MUESTREO DE AVIFAUNA

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Mata Grande
Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
Huixilapan
La Posta
La Antigua
José Ingenieros
GOLFO DE MÉXICO
N
O
E
S
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
Palmaritos
Plan del Manantial
Dos Lagunas
Colonia Bahía Libre
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Delfino Victoria
Río Medio
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Bandera de Juárez
Loma de Piedra
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Paso Real
Nuevo Veracruz
Los Caños de Santa Rita
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpan
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco I. Moreno

775000 780000 785000 790000 795000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Rasgos hidrologicos

Cuerpo de agua:

Perenne

Intermitente

Canal

Corrientes de agua

Intermitente, orden 1

Intermitente, orden 2

Intermitente, orden5

Perenne, orden 1

Perenne, orden 2

Perenne, orden5

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

RASGOS HIDROLOGICOS

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
La Antigua
La Posta
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
José Ingenieros
GOLFO DE MÉXICO
N
O
E
S
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
Loma Iguana
Colonia Bahía Libre
Dos Lagunas
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Vargas
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
Palmaritos
Plan del Manantial
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Río Medio
Delfino Victoria
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Bandera de Juárez
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Loma de Piedra
Nuevo Veracruz
Paso Real
Los Caños de Santa Rita
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpan
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

775000 780000 785000 790000 795000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Uso del suelo y vegetación

Selva Baja Caducifolia

Vegetación Secundaria Arbustiva

Otros usos de suelo y vegetación

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

DISTRIBUCIÓN DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN LA RE

781000 782000 783000 784000 785000 786000 787000

2136000 2135000 2134000 2133000 2132000 2131000

REPV09 RE07 RE06 AP12 AP10 AP11 AP09 AP07 AP08 RE05 REPV11 AP05 AP06 APPV07 APPV06 RE04 AP03 APPV04 APPV05 AP04 APPV08 REPV08 AP02 RE03 AP01 APPV01 APPV02 APPV03 REPV03 REPV04 REPV05 REPV06 RE02 REPV10 RE01

La Pureza

El Hatillo

San Julián

N O E S

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Muestreo de Flora

Sitios en el AP

Sitios en la RE

Puntos de verificacion

Puntos en el AP

Puntos en la RE

Uso de Suelo y Vegetación

Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia — *VSa/SBC*

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

0.5 0.25 0 0.5 1

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

SITIOS DE MUESTREO

780000 782000 784000 786000

2136000 2134000 2132000

La Pureza

El Hatillo

T19 T15 T03 T18 T14 T01 T02 T20 T04 T06 T07 T08 T09 T10 T12 T13 T17 T05 T11

N O E S

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Monitoreo de herpetofauna

Transectos en el AP

Transectos en la RE

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

0.5 0.25 0 0.5 1 1.5

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

TRANSECTOS DE HERPETOFAUNA

780000 782000 784000 786000

2136000 2134000 2132000

La Pureza

El Hatillo

T19 T15 T03 T18 T14 T01 T02 T20 T04 T06 T07 T08 T09 T10 T17 T05 T12 T13 T11

N O E S

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Monitoreo de mastofauna

Transectos en el AP

Transectos en la RE

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

0.5 0.25 0 0.5 1 1.5

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

MÉTODO DE TRANSECTOS

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Mata Grande
Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
Huixilapan
La Posta
La Antigua
José Ingenieros
GOLFO DE MÉXICO
N
O
E
S
La Pureza
El Hatito
El Hatillo
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
Loma Iguana
Colonia Bahía Libre
Cerro Guzmán
Dos Lagunas
Tierra Colorada
Vargas
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
Palmaritos
Plan del Manantial
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Río Medio
Delfino Victoria
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Bandera de Juárez
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Loma de Piedra
Paso Real
Nuevo Veracruz
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
LAS AMAPOLAS
Santa Elena
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpan
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco I. Moreno

775000 780000 785000 790000 795000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Unidades hidrogeológicas

Cuerpo de agua

Transmisividad alta

Transmisividad moderada

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

781000 782000 783000 784000 785000 786000

2136000 2135000 2134000 2133000 2132000

AH

ADV

N

O E

S

La Pureza

El Hatillo

ADV

VSa/SBC

PC

PI

PI

PI

PI

PI

PC

RS

RS

VSa/SBC

TAS

781000 782000 783000 784000 785000 786000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Uso de Suelo y Vegetacion

Pastizal cultivado **PC**

Pastizal inducido **PI**

Agricultura de riego semipermanente **RS**

Agricultura de temporal anual y semipermanente **TAS**

Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia **VSa/SBC**

Otros

Urbano construido **AH**

Área desprovista de vegetación **ADV**

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

0.5 0.25 0 0.5 1

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

USO DE SUELO Y VEGETACION

781000 782000 783000 784000 785000 786000

2136000 2135000 2134000 2133000 2132000

N O E S

CALLE

La Pureza

La Pureza

CALLE

El Hatillo

El Hatillo

CALLE

CALLE

PC

VSa/SBC

TAS

PC

781000 782000 783000 784000 785000 786000

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Uso de Suelo y Vegetación

Pastizal cultivado **PC**

Agricultura de temporal anual y semipermanente **TAS**

Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia **VSa/SBC**

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

0.5 0.25 0 0.5 1

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

USO DE SUELO Y VEGETACION INEGI

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

GOLFO DE MÉXICO

N O E S

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
La Antigua
La Posta
El Mango
El Faisán
José Ingenieros
Carretas
La Ceiba
La Víbora
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
La Pureza
El Hatillo
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Palmaritos
Plan del Manantial
Vargas
Loma Iguana
Colinas de Santa Fe
Dos Lagunas
Colonia Bahía Libre
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Río Medio
Los Torrentes
Oasis
Delfino Victoria
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Bandera de Juárez
Loma de Piedra
Paso Real
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Nuevo Veracruz
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
Santa Rita
VALENTE DÍAZ
El Buzón
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
Tenenexpan
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno
San Julián

H2O PC RAP RS TAS VSa/SBC VSa/SBS RAS RP TA TP AH

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Uso de Suelo y Vegetacion

- Pastizal cultivado **PC**
- Agricultura de riego anual y permanente **RAP**
- Agricultura de riego anual y semipermanente **RAS**
- Agricultura de riego permanente **RP**
- Agricultura de riego semipermanente **RS**
- Agricultura de temporal anual **TA**
- Agricultura de temporal anual y semipermanente **TAS**
- Agricultura de temporal permanente **TP**
- Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia **VSa/SBC**
- Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Subcaducifolia **VSa/SBS**

Otros

- Asentamientos humanos **AH**
- Cuerpo de agua **H2O**

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

USO DE SUELO Y VEGETACION

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
El Mango
El Faisán
La Ceiba
Carretas
La Víbora
Huixilapan
La Posta
La Antigua
José Ingenieros
GOLFO DE MÉXICO
La Pureza
El Hatillo
El Hatito
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Tierra Colorada
Palmaritos
Plan del Manantial
Vargas
Dos Lagunas
Colonia Bahia Libre
Colinas de Santa Fé
Colonia el Renacimiento
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Río Medio
Delfino Victoria
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Bandera de Juárez
Loma de Piedra
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Paso Real
Nuevo Veracruz
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpan
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

N O E S

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Vulnerabilidad acuífera

Vulnerabilidad Baja

Vulnerabilidad Media

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

VULNERABILIDAD

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
El Mango
La Posta
La Antigua
El Faisán
José Ingenieros
La Ceiba
Carretas
La Víbora
La Pureza
El Hatito
El Hatillo
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)
San Julián
Loma Iguana
Cerro Guzmán
Dos Lagunas
Colonia Bahía Libre
Vargas
Tierra Colorada
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
Palmaritos
Plan del Manantial
LT TAMARINDO II - SANTA FE
Delfino Victoria
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Río Medio
S.E. SANTA FE BCO. I
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
El Pando
Bandera de Juárez
LT LAGUNA VERDE - VERACRUZ II
LT SANTA FE - VERACRUZ II
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Loma de Piedra
Paso Real
Nuevo Veracruz
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpan
Colonia Clara Córdoba Morán
San Juan de Estancia
Hacienda Paraíso
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

N
O E
S

GOLFO DE MÉXICO

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Obras relacionadas con El Proyecto

Líneas de transmisión

Subestación eléctrica

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

OBRAS RELACIONADAS CON EL PROYECTO

775000 780000 785000 790000 795000

2140000 2135000 2130000 2125000 2120000

Yucatán
Salmoral
Salmoral Parte del Sur
Huixilapan
El Mango
La Posta
La Antigua
El Faisán
José Ingenieros
La Ceiba
Carretas
La Víbora

D.R. 035 LA ANTIGUA

RANCHO AGROPECUARIO RAMADA

La Pureza

CARRETERA FED. 180

El Hatito
El Hatillo
Tolome
Loma Fina (Loma Pelona)

San Julián

Loma Iguana
Cerro Guzmán
ÁREA URBANA
Colonia Bahía Libre
Dos Lagunas
ÁREA URBANA
Tierra Colorada
Vargas
Colinas de Santa Fe
Colonia el Renacimiento
Palmaritos
Plan del Manantial
Delfino Victoria
FRACCIONAMIENTO GEOVILLAS LOS PINOS
Río Medio
COMPAÑIA CERVECERA VERACRUZ
ÁREA URBANA
ÁREA URBANA
Oasis
Los Torrentes
Pozo de Mata Ramírez
Puente Jula
Paso San Juan
Bandera de Juárez
El Pando
APROVECHAMIENTO DE MATERIALES PÉTREOS
LOMAS DE RÍO MEDIO CUATRO
VERACRUZ
Loma de Piedra
Paso Real
Nuevo Veracruz
Belisario Domínguez (La Burrera)
Cabo Verde
Los Caños de Santa Rita
VALENTE DÍAZ
Santa Rita
Santa Elena
LAS AMAPOLAS
El Buzón
Benito Juárez
Dos Lomas
Fraccionamiento Paseo de las Palmas
Tenenexpan
Colonia Clara Córdoba Morán
Hacienda Paraíso
San Juan de Estancia
Mata Loma
Valle Alto
Hacienda Sotavento
Francisco J. Moreno

775000 780000 785000 790000 795000

N
O E
S

GOLFO DE MÉXICO

SIMBOLOGÍA

Región Ecológica (RE)

Área del Proyecto (AP)

Obras y actividades

Con impactos ambientales que podrían causar sinergias o acumulación con el Proyecto

LOCALIZACIÓN



ESCALA GRÁFICA

1 0.5 0 1 2 3 4 5 6

Kilómetros

Proyecto Fotovoltaico Jarocho Solar

PRINCIPALES OBRAS Y/O ACTIVIDADES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA