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**

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL,

MODALIDAD REGIONAL, PARA EL PROYECTO:

# EL MEZQUITAL

*Datos Protegidos por la LFTAIPG*

Consulta Pública

*San Miguel de Allende, Guanajuato, México.*

*Noviembre, 2025*

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

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO ..... 2
1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO ..... 2
1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO ..... 6
1.4 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE ..... 6
1.4.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL ..... 6
1.4.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE ..... 6
1.4.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL ..... 6
1.4.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR NOTIFICACIONES ..... 6
1.4.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE ESTUDIO ..... 6
1.4.6 PARTICIPANTES ..... 7

## Índice de Mapas

Mapa 1: Ruta de Acceso al Proyecto. ..... 4
Mapa 2: Localización del Proyecto ..... 5

## Índice de Tablas

Tabla 1: Coordenadas del Proyecto ..... 3

Consulta Pública

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

La sociedad moderna no podría funcionar sin un suministro confiable de energía eléctrica. La energía en forma de combustibles, productos y servicios afecta directamente el operar de las sociedades modernas y posmodernas. Los sistemas y diseños ineficientes son los que más rápido tienden a la entropía y generan las mayores asimetrías, tanto económicas como ambientales. La eficiente transformación y uso de energía favorece la conservación del ambiente. Los principios de sustentabilidad buscan establecer sistemas más eficientes como un mecanismo de preservación de los recursos naturales.

Las revoluciones sociales y científicas han estado relacionadas con cambios en la eficiencia de los sistemas. La tecnología cuestiona constantemente los paradigmas sociales, políticos y económicos. Algunos grupos argumentan que la problemática demográfica y el fenómeno de calentamiento global podrían ser combatidos con una "revolución científica". La propuesta es alentadora, el tiempo para implementarla muy corto, lo que obliga a buscar sistemas más eficientes de transformación de energía, para no comprometer la disponibilidad de recursos para las generaciones futuras. Los cambios recientes en la política y regulaciones del sector energético en México, en particular del sector eléctrico, intentar aportar soluciones a los problemas estructurales del sector. La apertura de un mercado de energía con la participación de grupos privados deberá propiciar mayor eficiencia.

El presente trabajo describe los esfuerzos de la empresa, Datos Protegidos por la LFTAIPG. en desarrollar el proyecto **El Mezquital**, en el municipio de San Miguel de Allende, en el estado de Guanajuato.

El objetivo de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) que a continuación se detalla, es presentar la información y argumentos que permitirán evaluar ambientalmente la factibilidad del proyecto de generación de energía eléctrica. En congruencia a lo antes expresado, la estructura y contenido de esta MIA en su modalidad Regional[1], responde a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás disposiciones legales aplicables. Adicionalmente, la MIA-R aporta elementos complementarios a lo estrictamente solicitado. En este sentido, la MIA-R de la Planta Solar parte de la siguiente premisa:

- Las leyes mexicanas establecen tanto la responsabilidad de la sociedad y en particular del gobierno de abastecer de energía eléctrica a la población, así como de cuidar que en este proceso el ambiente no sea afectado significativamente.
- México requiere para su crecimiento y estabilidad social satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica, servicios y productos asociados al sector energía y a la industria en general.

[1] *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Artículo 5, 11, 12 y 13.*

Consulta Pública

- La solución al problema de abastecimiento de energía eléctrica sin causar alteraciones significativas al ambiente exige incorporar procesos de generación altamente eficientes.

Con base en lo anterior **Datos Protegidos por la LFTAIPG.,** propone la construcción del proyecto **El Mezquital,** que tendrá la capacidad de **29.9 MW**, que serán entregados en el punto de interconexión y con una producción estimada anual de **89.57 GWh**.

En particular, dicha manifestación utiliza la guía establecida; para tal fin, por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Subsecretaría de Gestión y Protección al Ambiente de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Como elementos adicionales, se aporta una reflexión que presenta la justificación del proyecto, un análisis de las disposiciones legales aplicables y su correlación con los impactos ambientales identificados, con el objetivo de señalar que impactos ambientales se encuentran contemplados en reglamentos y normas ambientales. Así mismo, se realiza un análisis de la relación del proyecto con lo establecido en el artículo 44 del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental de la LGEEPA.

La MIA-R de este Proyecto, pretende documentar y aportar elementos cognoscitivos que permitan establecer y sustentar lo antes manifestado. Con este planteamiento inicial nos permitimos presentar a su amable consideración la MIA a nivel Regional, en cumplimiento a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás disposiciones legales aplicables.

### 1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

El Mezquital

### 1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Se pretende llevar a cabo el proyecto en terrenos que se ubican en el municipio de San Miguel de Allende, en el estado de Guanajuato, a aproximadamente a 16.35 km al este del municipio de la ciudad de San Miguel de Allende; a aproximadamente 2.97 km al oeste de la ciudad de carretera federal 111 San Miguel de Allende – Buenavista en dirección San miguel de Allende rumbo a Querétaro; a 295 m al noroeste de la Localidad de San Antonio del Varal; y a aproximadamente 4.95 km al Sur de la Localidad de Corral de Piedras de Arriba.

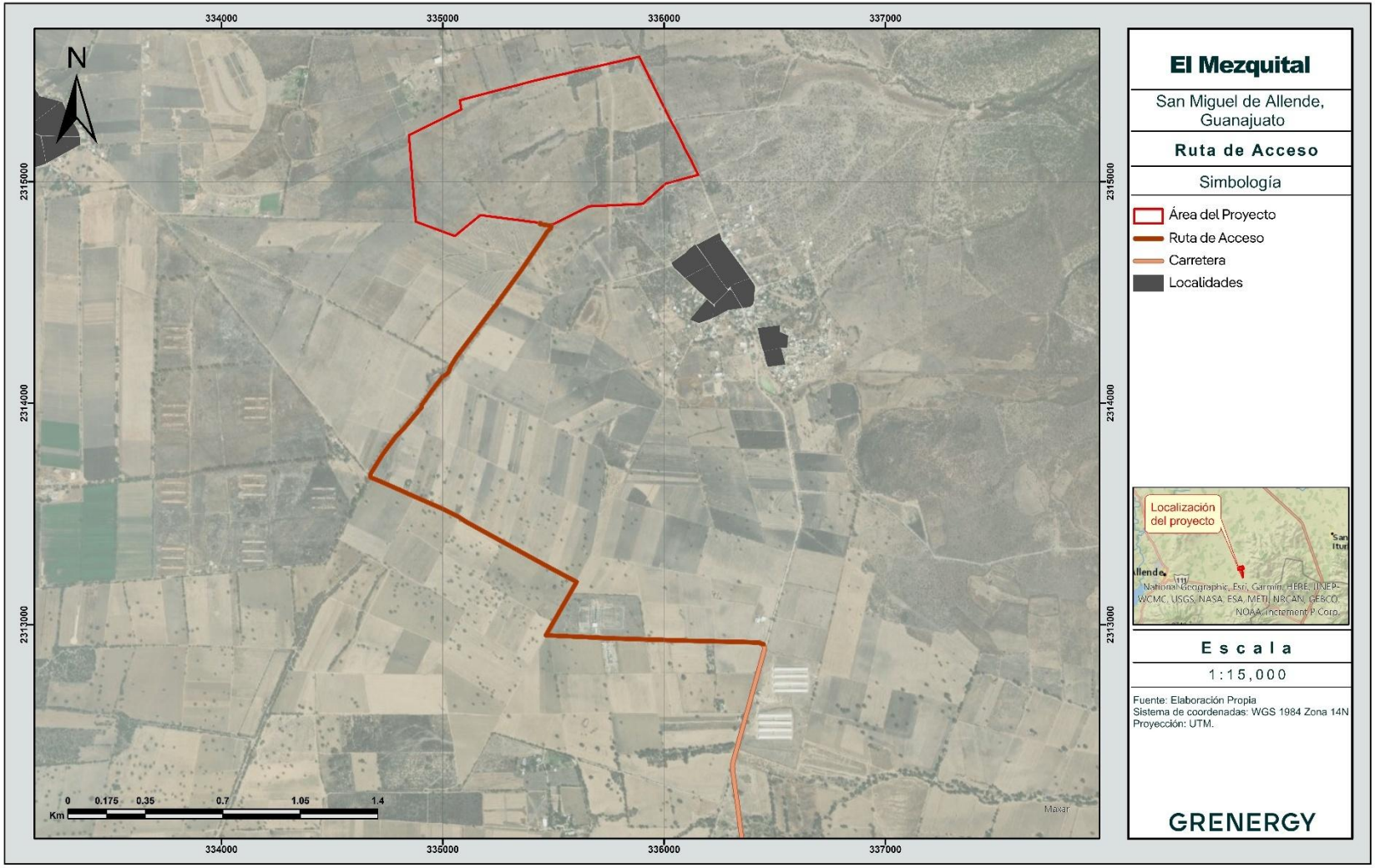
Consulta Pública

***Tabla 1: Coordenadas del Proyecto***

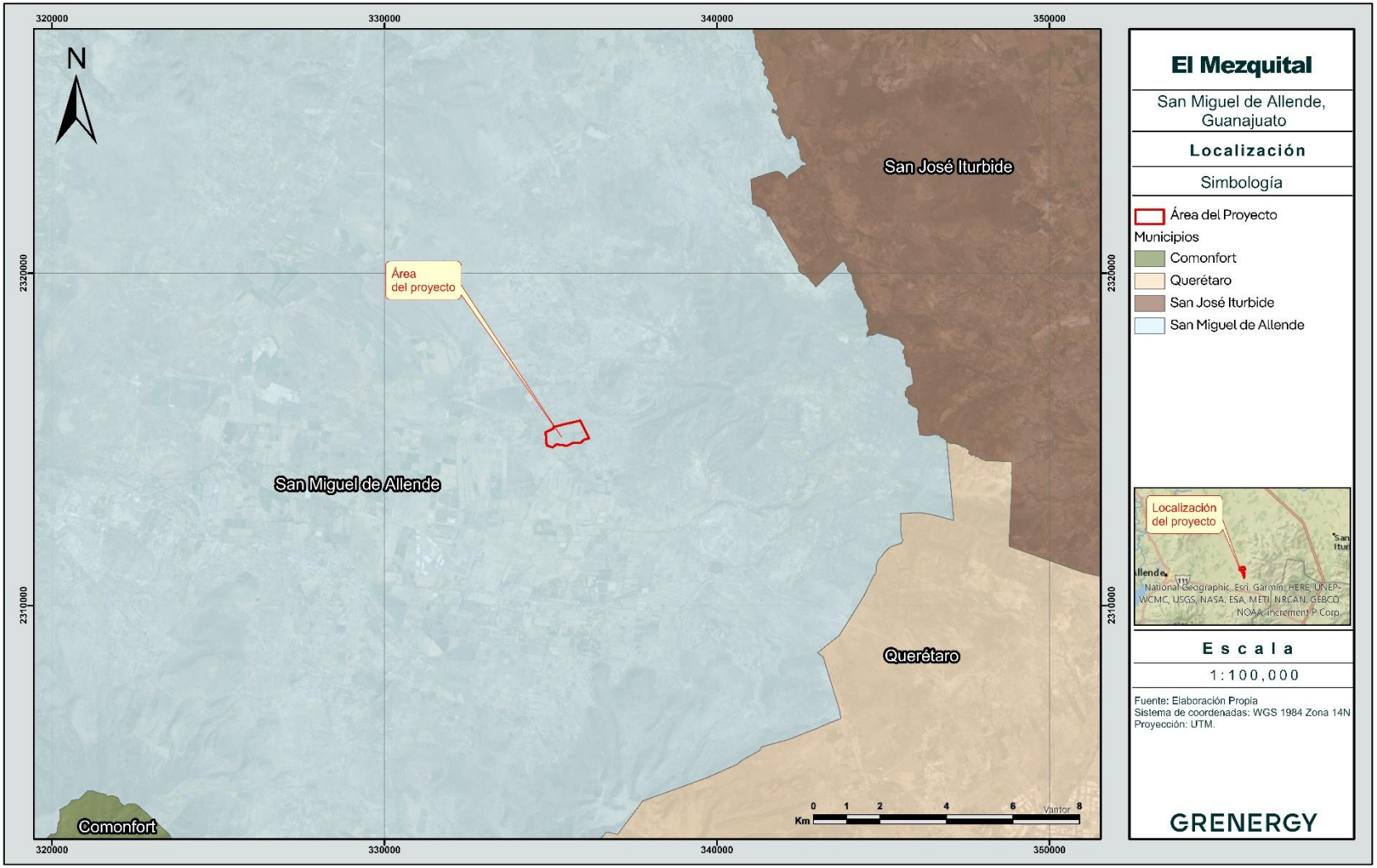
| Coordenadas de Ubicación del Proyecto | | |
|---|---|---|
| Utm wgs 1984 14Q | | |
| **Vértice** | **Este X*** | **Norte Y*** |
| 1 | 335887.441 | 2315564.584 |
| 2 | 336025.350 | 2315284.193 |
| 3 | 336063.913 | 2315213.893 |
| 4 | 336095.211 | 2315146.643 |
| 5 | 336120.963 | 2315099.496 |
| 6 | 336154.318 | 2315031.169 |
| 7 | 336007.795 | 2314991.653 |
| 8 | 335903.939 | 2314899.807 |
| 9 | 335659.751 | 2314888.989 |
| 10 | 335500.427 | 2314799.306 |
| 11 | 335170.263 | 2314849.360 |
| 12 | 335054.270 | 2314754.737 |
| 13 | 334877.869 | 2314819.938 |
| 14 | 334847.133 | 2315210.355 |
| 15 | 335080.387 | 2315331.019 |
| 16 | 335074.020 | 2315370.462 |
| 17 | 335409.775 | 2315455.162 |

Consulta Pública

***Mapa 1: Ruta de Acceso al Proyecto.***



***Mapa 2: Localización del Proyecto.***



## 1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tendrá una duración de 24 meses para las etapas de preparación y construcción y 30 años para la etapa de operación y mantenimiento.

## 1.4 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### 1.4.1 Nombre o Razón Social

Datos Protegidos por la LFTAIPG

### 1.4.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

Datos Protegidos por la LFTAIPG

### 1.4.3 Nombre y cargo del representante legal

Datos Protegidos por la LFTAIPG

### 1.4.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones

Datos Protegidos por la LFTAIPG.

### 1.4.5 Nombre del responsable técnico de estudio

Datos Protegidos por la LFTAIPG

#### *1.4.5.1 Nombre o Razón Social*

Datos Protegidos por la LFTAIPG

#### *1.4.5.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP*

Datos Protegidos por la LFTAIPG

#### *1.4.5.3 Nombre y cargo del Representante Legal*

Datos Protegidos por la LFTAIPG

#### *1.4.5.4 Domicilio del responsable Técnico del estudio*

Datos Protegidos por la LFTAIPG

#### Teléfono y correo electrónico

Datos Protegidos por la LFTAIPG

Consulta Pública

### 1.4.6 Participantes

**Coordinación general**

Datos Protegidos por la LFTAIPG

**Impacto ambiental**

Datos Protegidos por la LFTAIPG

**Medio físico y biótico**

Datos Protegidos por la LFTAIPG

**Calidad Escénica**

Datos Protegidos por la LFTAIPG

**Legislación ambiental**

Datos Protegidos por la LFTAIPG

**Medio sociodemográfico**

Datos Protegidos por la LFTAIPG

**Sistemas de información geográfica**

Datos Protegidos por la LFTAIPG

**Área técnica**

Datos Protegidos por la LFTAIPG

Consulta Pública

**2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO ..... 8**

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA ..... 8

2.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA ..... 8

2.2 JUSTIFICACIÓN ..... 9

2.3 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO ..... 12

2.3.1 VÍAS DE ACCESO AL PROYECTO. ..... 13

2.3.2 DIMENSIONES DEL PROYECTO ..... 11

2.3.3 COLINDANCIAS. ..... 13

2.3.4 SUPERFICIE PARA OBRAS PERMANENTES Y TEMPORALES INDICAR SU RELACIÓN (EN PORCENTAJE), RESPECTO A LA SUPERFICIE TOTAL. ..... 16

2.3.5 INVERSIÓN REQUERIDA ..... 33

2.4 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA ..... 33

2.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL ..... 33

2.4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ..... 33

2.4.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS. ..... 36

2.4.4 PROGRAMA DE TRABAJO ..... 54

2.4.5 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN ..... 55

2.4.6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ..... 73

2.4.7 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES ..... 80

2.4.8 RESIDUOS ..... 84

2.4.9 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO ..... 101

## Índice de Mapas

Mapa 1. Camino de Acceso al Proyecto. ..... 10

Mapa 2: Localización del Proyecto. ..... 12

Mapa 3: Implantación del Proyecto. ..... 18

Mapa 4: Obras Temporales. ..... 20

Mapa 5: Obras Permanentes. ..... 25

Mapa 6: Área de Exclusión. ..... 27

Mapa 7: Servidumbre de Paso. ..... 29

Mapa 8: Caminos Existentes y Ruta de Acceso. ..... 60

Consulta Pública

## Índice de Figuras

Figura 1: Vía de Acceso. ..... 9
Figura 2. Coordenadas registradas en la Escritura 25,961. ..... 15
Figura 3: Ejemplo de Panel Solar. ..... 37
Figura 4: Curvas Características de los paneles seleccionados. ..... 38
Figura 5: Ejemplo de Seguidor. ..... 39
Figura 6: Imagen ejemplo de paneles sobre los seguidores. ..... 43
Figura 7: Diagrama de protección de sobretensiones. ..... 44
Figura 8: Esquema de cable de media tensión. ..... 48
Figura 9: Colocación de cables en tresbolillo. ..... 48
Figura 10: Puesta a tierra de cubiertas metálicas. ..... 50
Figura 11: Unidad de Almacenamiento de Energía. ..... 61
Figura 12: Sistema de Conversión de Potencia (PCS). ..... 62
Figura 13: Ejemplo Sistema De Prevención De Incendios. ..... 65
Figura 14: Ejemplo de Compresor de aire individual. ..... 76
Figura 15: Ejemplo de limpieza manual con agua de los paneles. ..... 77
Figura 16: Esquema de Almacén de residuos susceptibles a reutilización y reciclaje. ..... 98
Figura 17: Almacenaje de los Residuos Peligrosos. ..... 99

## Índice de Tablas

Tabla 1: Disponibilidad Anual del recurso solar. ..... 12
Tabla 2: Potencia solar mensual para el municipio de Carmen. ..... 12
Tabla 3: Coordenadas de ubicación del Proyecto. ..... 11
Tabla 4: Superficies del Proyecto. ..... 16
Tabla 5: Superficies que componen las Obras Temporales. ..... 16
Tabla 6: Superficies que componen las Obras Permanentes. ..... 17
Tabla 7: Superficies que comprenden el Área Sin Infraestructura. ..... 17
Tabla 8: Coordenadas Obras Temporales. ..... 19
Tabla 9. Extracto de coordenadas de los Paneles Solares. ..... 21
Tabla 10. Extracto de coordenadas de la Red de Caminos Internos. ..... 22
Tabla 11. Coordenadas de ubicación de la SE Elevadora. ..... 22
Tabla 12. Superficie de Obras con respecto al Uso de Suelo y Vegetación. ..... 30

Consulta Pública

Tabla 13. Superficie de Cambio de Uso de Suelo por Obra y por tipo de Vegetación. ..... 32
Tabla 14: Características Técnicas del Proyecto. ..... 35
Tabla 15: Características de los paneles solares. ..... 37
Tabla 16. Características Técnicas de los Principales Equipos. ..... 40
Tabla 17. Coordenadas de ubicación de la SE Elevadora. ..... 53
Tabla 18: Cronograma de Abandono. ..... 81
Tabla 19:Clasificación de residuos sólidos no peligrosos. ..... 86
Tabla 20: Características de los residuos CRETIB. ..... 87
Tabla 21: Categoría de los residuos peligrosos. ..... 89
Tabla 22: Residuos estimados en la etapa de Preparación. ..... 91
Tabla 23: Residuos estimados en la etapa de Operación. ..... 92
Tabla 24: Residuos estimados en la etapa de Operación y Mantenimiento. ..... 93
Tabla 25: Residuos estimados en la etapa de Abandono. ..... 93
Tabla 26: Factor de Emisión. ..... 103
Tabla 27: Consumo de combustible para el proyecto. ..... 103
Tabla 28: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Preparación. ..... 104
Tabla 29: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Construcción ..... 104
Tabla 30: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Operación y Mantenimiento. ..... 104
Tabla 31: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Abandono ..... 104

Consulta Pública

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

## 2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

El proyecto: **El Mezquital**, consiste en la preparación, construcción, operación y mantenimiento de una planta fotovoltaica cuyo objetivo es aprovechar la energía solar para transformarla en energía eléctrica y subministrarla a la Red Nacional de Transmisión (RNT). El Proyecto contribuirá al abastecimiento de la demanda de energía con menores impactos al ambiente y disminuirá la dependencia que se tiene hacia las energías fósiles.

Para el aprovechamiento de la energía solar, se utilizarán paneles solares o fotovoltaicos. Estos son dispositivos diseñados para captar parte de la radiación emitida por el sol, y convertirla en energía eléctrica. La luz que llega a las celdas libera la energía de los fotones contenidos, que a su vez se canalizan en una carga, generando una corriente eléctrica.

El proyecto estará conformado por lo siguiente:

- Área de paneles solares, para entregar en el punto de interconexión 29.9 MW.
- 55,200 paneles fotovoltaicos de 665 W de potencia.
- 23 inversores.
- Red Subterránea de Media Tensión (RTM).
- Subestación (SE) Elevadora.
- Área de Almacenamiento de Energía (BESS).
- Oficinas, almacenes, patio de maniobras, caminos internos.

El Proyecto está diseñado para entregar una potencia en el punto de interconexión de 29.9 MW en Condiciones Estándar de Prueba (STC). Dicha instalación estará formada por Paneles (Módulos) fotovoltaicos montados sobre seguidores fotovoltaicos que se componen de una estructura apoyada sobre fustes a un eje horizontal con movimiento de giro que oscila desde +50º a -50º. La potencia de salida de la energía eléctrica se adecua de 34.5 kV a 115 kV en la SE Elevadora, y mediante la Línea de Transmisión (LT) se envía a la SE de Maniobras la cual evacuará la energía al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). La la Línea de Transmisión es una obra que se evaluarán independientemente a este proyecto.

Los elementos principales del Proyecto son: Paneles fotovoltaicos, seguidor horizontal, inversores, sistemas de control y monitorización, equipo principal de conexión y desconexión, caseta de control, vallado perimetral, sistema de seguridad, cuadros de agrupación, EMT, RMT (Bus colector) y SE Elevadora.

### 2.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

El Proyecto consiste en un conjunto de obras y actividades para construir y operar un proyecto de generación de energía eléctrica por medio de aprovechar la energía fotovoltaica para obtener en el punto de interconexión 29.9 MW.

Consulta Pública

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) 2018, el proyecto se encuentra dentro del 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, en la Clase 221113 Generación de electricidad a partir de energía solar.

## 2.2 JUSTIFICACIÓN

El objetivo del proyecto es aprovechar la energía solar para transformarla en energía eléctrica y subministrarla a la RNT.

La segunda fase de la revolución industrial, también llamada la segunda revolución industrial (1850-1970), involucró la búsqueda de nuevas fuentes de energía resultando en nuevas formas de vida. La energía eléctrica representó cambios estructurales en el modo cotidiano de vivir, influyendo en los procesos productivos y en las actividades económicas de todos los países del mundo. La repercusión fue tal, que incluso en la actualidad, el crecimiento económico, social y cultural de la sociedad actual está vinculado a la producción y consumo de energía (Pasqualetti & Brown, 2014).

Uno de los parámetros más importantes para clasificar el grado de desarrollo de un país, es el gasto energético per cápita, debido al estado del gasto y dependencia energética (Caballero Guerrero et. al, 2015). El suministro de energéticos con calidad y suficiencia contribuye, en gran medida, a un mayor bienestar de la población, a la realización de las actividades productivas, al crecimiento económico y a la competitividad de las empresas y los sectores productivos del país en los ámbitos nacional e internacional.

La generación de electricidad es una necesidad para acrecentar el potencial de desarrollo del país, sus regiones, sus pueblos y sus individuos. Para tener un sistema eléctrico funcional, eficiente, pero sobre todo confiable y con capacidad de abastecer las múltiples necesidades de la población. Independientemente del tamaño de la localidad en la que vive cada quien, la sociedad necesita tener fuentes alternativas de energía estratégicamente distribuidas en el territorio nacional. Así mismo, se requieren redes de distribución interconectadas que hagan llegar la energía a todos los pueblos, comunidades y ciudades (Ramírez, 2004). Cada red eléctrica que se tiende, y cada obra de generación construida, contribuyen a crear nuevas opciones de educación, empleo, seguridad, oportunidades de inversión y realización de proyectos e iniciativas comunitarias, familiares o individuales que en conjunto crean un proceso más amplio de desarrollo regional y nacional.

Las energías renovables son fuentes de abastecimiento energético respetuosas con el medio ambiente. La generación y el consumo de las energías convencionales causan importantes efectos negativos en el entorno. Sin llegar a decir que esos efectos no existen en las renovables, sí es cierto, en cambio, que son menores. Producen bajas emisiones de $CO_2$ (o ninguna, como es el caso de la energía solar) y otros gases contaminantes a la atmósfera, como ocurre con los llamados combustibles fósiles: petróleo, gas y carbón. No

Consulta Pública

generan residuos de difícil tratamiento. La energía nuclear y los combustibles fósiles generan residuos que suponen durante generaciones una amenaza para el medio ambiente. Las energías renovables son inagotables, los combustibles fósiles son finitos.

Tomando como base la política de Transición Energética de México propuesta por el actual gobierno de México y que presenta la evolución de la matriz energética del país que de forma gradual en un plazo de 30 años se tenga un sistema energético, industrial, tecnológico y económico fundado en la utilización de recursos energéticos renovables y nuclear[1]

El desarrollo de proyectos de energías renovables representa[2]:

- De acuerdo con el escenario Macroeconómico 2022 – 2036, el 19.7% del PIB nacional en 2021 fue proveniente de la generación de energía.
- Una inversión de 117,300 MDP, concentrada en un 65% en industria nacional.
- 36,700 empleos a nivel nacional.
- Ingresos tributarios en 8,000 MDP anuales.
- La captura del 14% del potencial de abatimiento en el sector energético de emisiones de $CO_2$ en 2020, reduciendo 8.4 $MtCO_2$ en dicho año.
- Reducir hasta en 13% la necesidad de importación de gas natural.
- Firmeza a la red, facilitando el desarrollo de energías renovables.
- El desarrollo de una industria nacional con capacidad de exportación, de alto nivel agregado.
- El desarrollo de las regiones con recurso geotérmico.

Se crean cinco veces más puestos de trabajo con los proyectos para la generación de energía limpia o renovable[3], que, con la generación de energía por medio de tecnología convencional, la cual generan muy pocos puestos de trabajo respecto a su volumen de negocio. Estos proyectos contribuyen decisivamente al equilibrio interterritorial porque suelen instalarse en zonas rurales.

Los beneficios del uso de energías renovables son:

- Evita la contaminación que conlleva el transporte de combustibles (gas, petróleo, diésel, carbón).
- No produce emisiones de $CO_2$ ni de otros gases contaminantes a la atmósfera.
- Genera menos residuos que los combustibles fósiles.
- No hace necesaria la instalación de líneas de abastecimiento: Canalizaciones a las refinerías o las centrales de gas.
- Su instalación es simple.
- Requiere poco mantenimiento.
- Tiene una larga vida (los paneles solares duran aproximadamente 30 años).

Consulta Pública

[1] *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2022 - 2036.*

[2] *Secretaría de Energía. Gobierno de México*

[3] *Fuente: U.S. DOE (junio 2006)*

- Resiste condiciones climáticas extremas: granizo, viento, temperatura y humedad.
- Es de fácil instalación en zonas rurales.
- Reduce el intenso tráfico marítimo y terrestre cerca de las centrales.
- Suprime los riesgos de accidentes durante estos transportes: desastres con petroleros (traslados de residuos nucleares, etc.).

De las energías limpias, la energía fotovoltaica es una opción con muchas ventajas. El sol es considerado la fuente continua de energía para el planeta. Día a día en la naturaleza se transforma en otras formas de energía como calor y electricidad. Su aprovechamiento consiste en la captación de energía solar y su transformación en energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos y, por lo tanto, sienta las bases de un autoabastecimiento.

El generar energía eléctrica sin que exista un proceso de combustión o una etapa de transformación térmica supone, un procedimiento favorable por reducir problemas de contaminación. Se suprimen radicalmente los impactos originados por los combustibles tradicionales, durante su extracción, transformación, transporte y combustión; lo que beneficia la atmósfera, el suelo, el agua, la fauna, la vegetación, etc., contribuye a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero y especialmente de $CO_2$, ayudando a cumplir los compromisos adquiridos por el Protocolo de Kioto y a proteger nuestro planeta del cambio climático.

Al contrario de lo que puede ocurrir con las energías convencionales, la energía fotovoltaica no produce ningún tipo de alteración sobre los acuíferos ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos. La generación de electricidad a partir de la energía solar no produce gases tóxicos, ni contribuye al efecto invernadero, ni destruye la capa de ozono, tampoco crea lluvia ácida. No origina productos secundarios peligrosos ni residuos contaminantes. La generación de electricidad mediante el aprovechamiento de la energía solar, no requiere del uso de agua como lo requiere cualquier proceso térmico para la generación de electricidad. Este es un punto muy importante en zonas con déficit de agua.

Social y económicamente, también representa una opción con muchas ventajas, tanto a nivel nacional, como local. En primer lugar, este tipo de producción otorga una independencia energética regional y nacional, hacia otros países productores de combustible. La diversificación de la energía con lleva a un aumento de la fiabilidad del aporte energético. Contribuye a la electrificación rural en los países en vías de desarrollo. Asimismo, implica un aporte a la economía nacional con la creación de empleos.

La responsabilidad de reducir el consumo de combustibles fósiles y elegir alternativas más eficientes y amigables con el ambiente, es una elección comprometida con la mejora de calidad de vida.

La República Mexicana cuenta con una extensión territorial (continental) de aproximadamente 1’959.248 $km^2$ y se encuentra ubicada en el hemisferio norte dentro de una franja latitudinal que va desde los 14° a los 33°. Los lugares de mayor irradiación solar global se presentan en los estados del norte como Chihuahua, Coahuila de Zaragoza, Zacatecas, Durango, centro de San Luis Potosí, la llanura costera de Sinaloa, Sonora y la

Consulta Pública

península de Baja California con valores promedio diario mensual estimados entre los 6.9 - 8 kWh/m$^2$ durante los meses de abril a junio[4] .

El municipio de San Miguel de Allende, tiene características particulares que posibilitan la producción de energía con fuentes alternativas (NASA, 2025[5] ), ya que presenta la radiación necesaria para desarrollar un proyecto fotovoltaico.

*Tabla 1: Disponibilidad Anual del recurso solar.*

| San Miguel de Allende | | |
|---|---|---|
| **Recurso Solar Promedio Diario Anual (kWh/m$^2$)** | | |
| Mínima | **Máxima** | **Media** |
| 3.96 | 5.95 | 4.63 |

*Tabla 2: Potencia solar mensual para el municipio de San Miguel de Allende.*

| Potencial Solar por mes en el municipio de San Miguel de Allende | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ene | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** | **Ago** | **Sep** | **Oct** | **Nov** | **Dic** | **Min** | **Max** | **Med** |
| 3.96 | 4.68 | 4.99 | 5.95 | 5.12 | 4.05 | 4.85 | 4.69 | 3.29 | 4.3 | 4.4 | 5.23 | 4.63 | 3.96 | 4.68 |

## 2.3 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

Se pretende llevar a cabo el proyecto en terrenos que se ubican en el municipio de San Miguel de Allende, en el estado de Guanajuato, a aproximadamente a 16.35 km al este del municipio de la ciudad de San Miguel de Allende; a aproximadamente 2.97 km al oeste de la ciudad de carretera federal 111 San Miguel de Allende – Buenavista en dirección San miguel de Allende rumbo a Querétaro; a 295 m al noroeste de la Localidad de San Antonio del Varal; y a aproximadamente 4.95 km al Sur de la Localidad de Corral de Piedras de Arriba.

Consulta Pública

[4] *Actualización de los Mapas de Irradiación Global solar en la República Mexicana (R. Almanza S., E. Cajigal R., J. Barrientos A. 1997) Reportes de insolación de México. Southwest Technology Development Institute, NMSU, 1999*

[5] *https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/*

### 2.3.1 Vías de Acceso Al Proyecto.

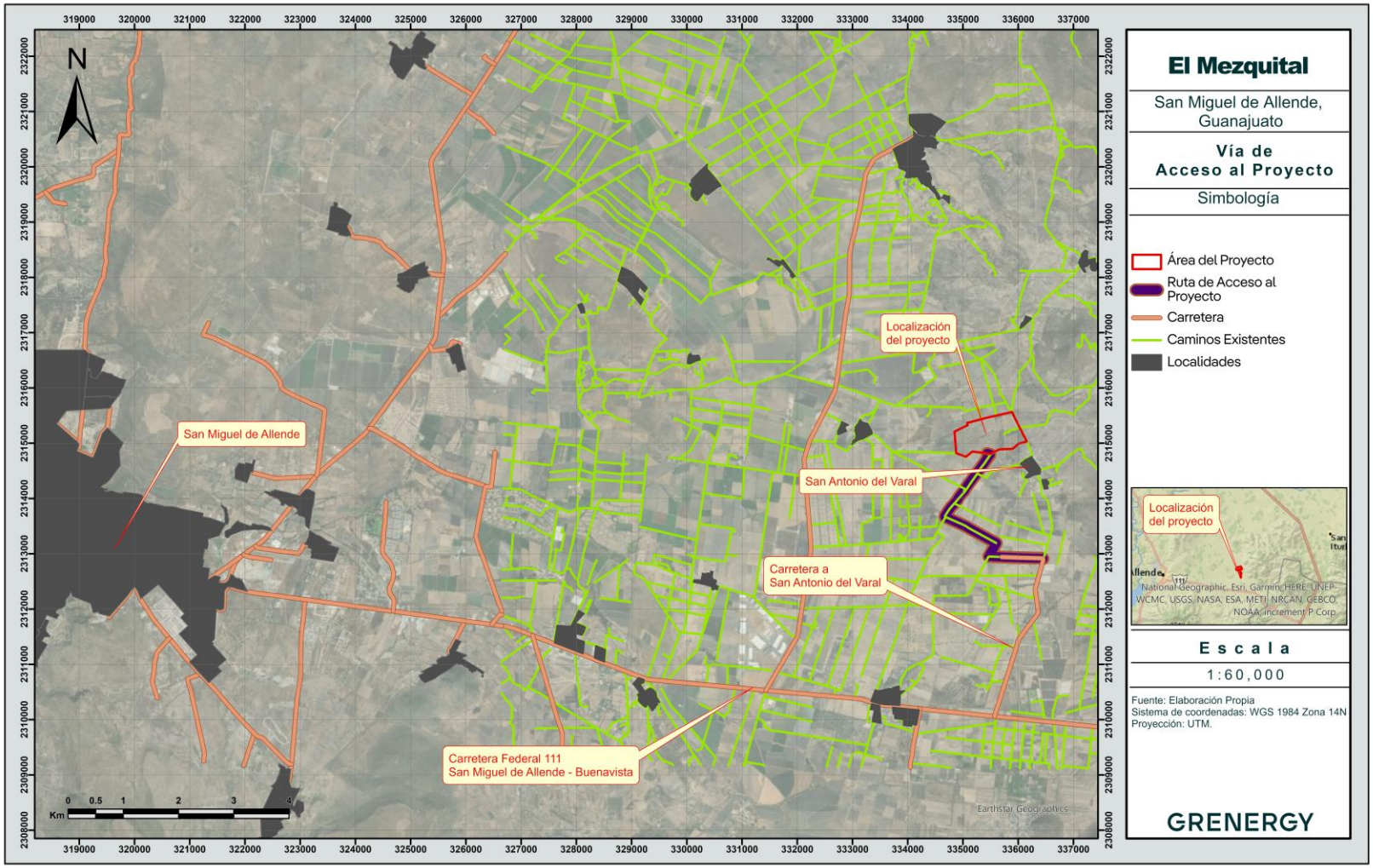
Para llegar al Proyecto, saliendo de la ciudad de San Miguel de Allende, se tomará en línea recta la Carretera Federal 111 con rumbo a Querétaro por alrededor de 18 km hasta llegar a la desviación con la carretera con San Antonio del Varal la cual se tomará por la izquierda y se seguirá recto hasta por aproximadamente 500 metros hasta llegar a la conexión con un camino existente que va hacia la Subestación Santa Fe de la CFE y que servirá para acceder al área del proyecto.

#### *Camino de Acceso al Proyecto*

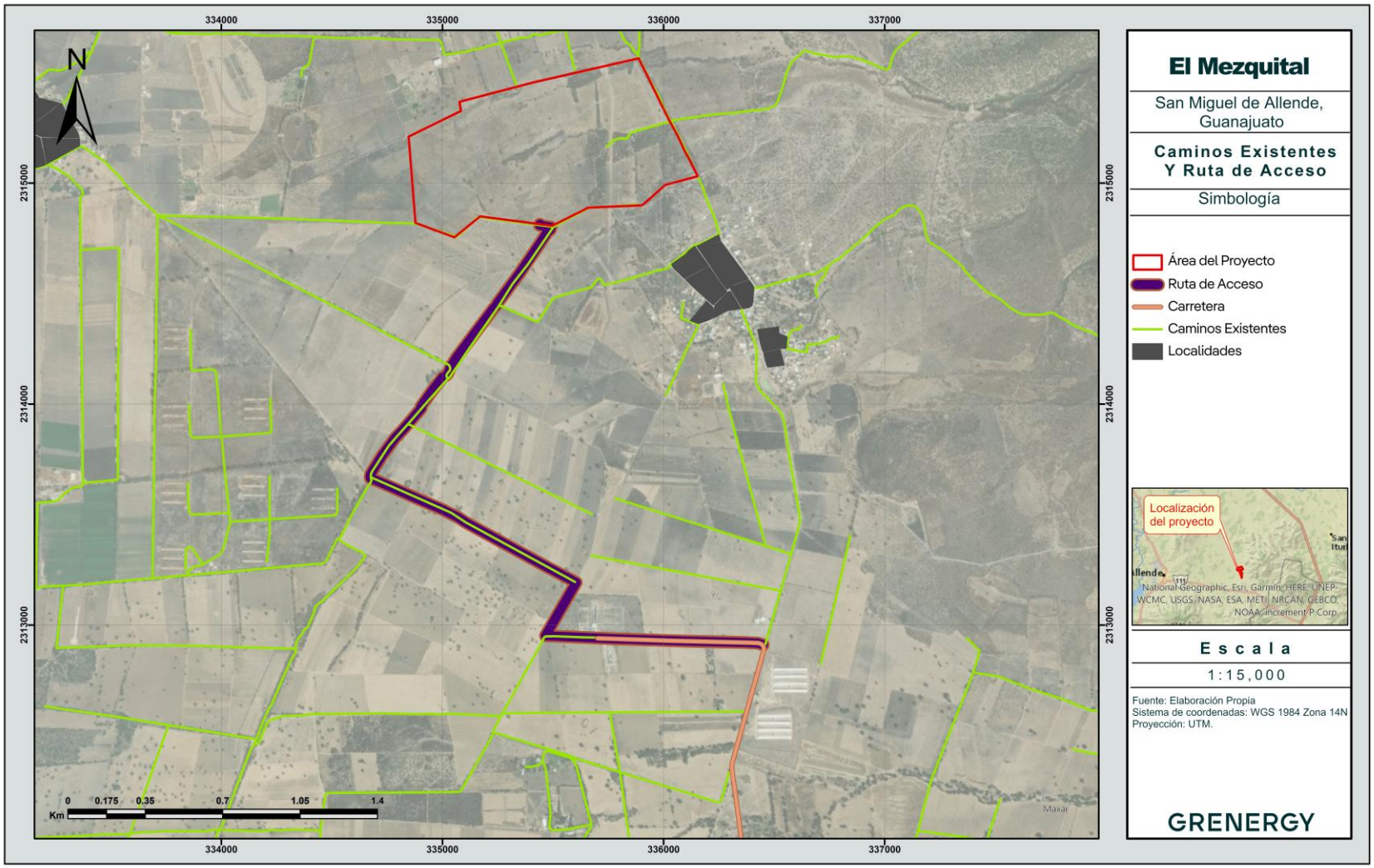
Con respecto al acceso al Proyecto, este se realizará a través de caminos existentes que conectan la carretera Federal 111 San Miguel de Allende - Buenavista con San Antonio del Varal. Por ello, no será necesaria la apertura de nuevos caminos, ya que solo se realizarán las adecuaciones y rehabilitaciones pertinentes para facilitar el ingreso de los vehículos y maquinaria hacia el Área del Proyecto.

Consulta Pública

*Figura 1: Vía de Acceso.*



*Mapa 1. Camino de Acceso al Proyecto.*



### 2.3.2 Dimensiones del Proyecto

La superficie total que forma el polígono del proyecto es de 69.15 ha (691,456 $m^2$).

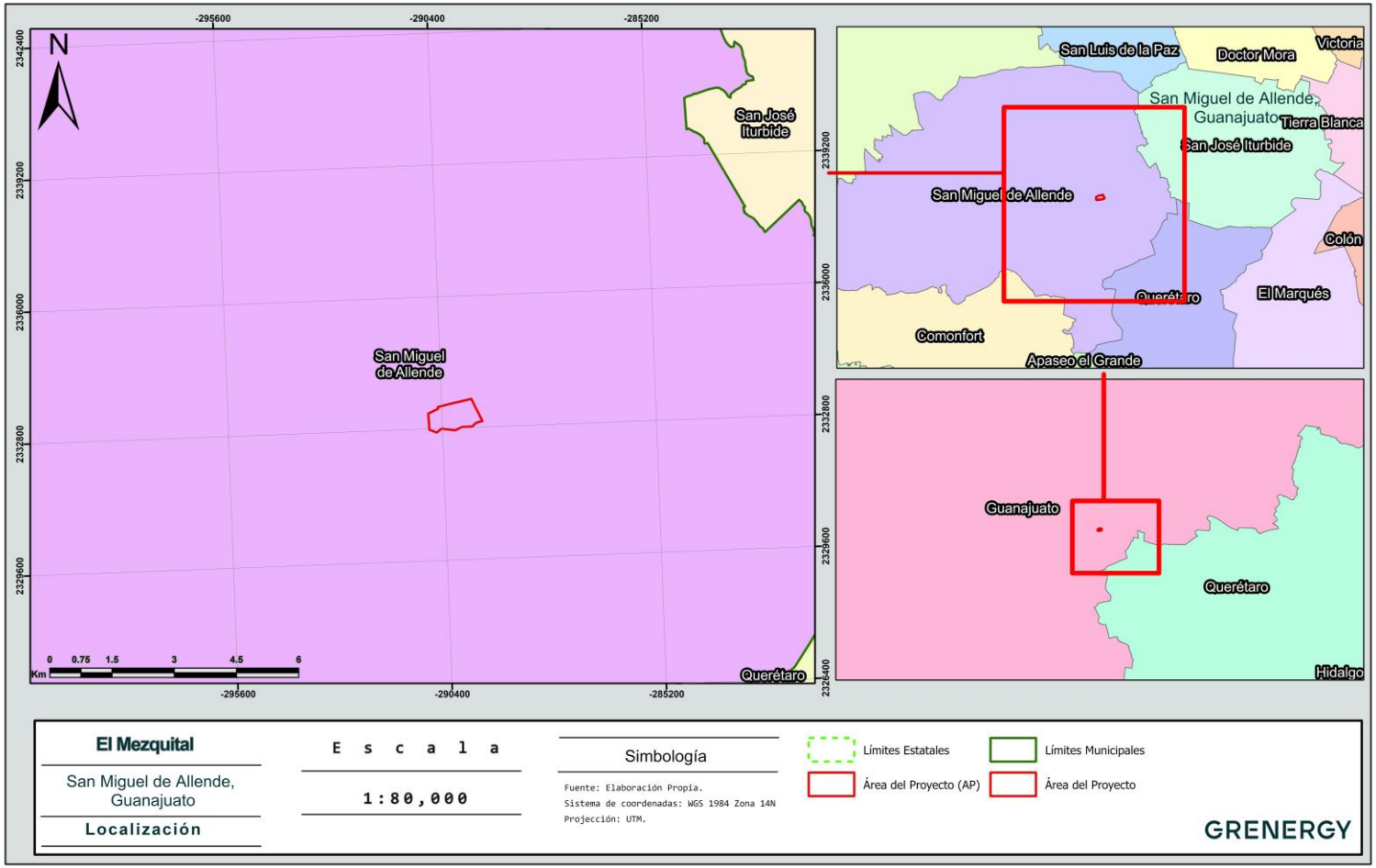
Las superficies y coordenadas y su porcentaje con respecto con la totalidad del proyecto que se muestran a continuación representan las obras que componen el proyecto.

*Tabla 3: Coordenadas de ubicación del Proyecto.*

| Vértice | Este X* | Norte Y* |
|---|---|---|
| 1 | 335887.441 | 2315564.584 |
| 2 | 336025.350 | 2315284.193 |
| 3 | 336063.913 | 2315213.893 |
| 4 | 336095.211 | 2315146.643 |
| 5 | 336120.963 | 2315099.496 |
| 6 | 336154.318 | 2315031.169 |
| 7 | 336007.795 | 2314991.653 |
| 8 | 335903.939 | 2314899.807 |
| 9 | 335659.751 | 2314888.989 |
| 10 | 335500.427 | 2314799.306 |
| 11 | 335170.263 | 2314849.360 |
| 12 | 335054.270 | 2314754.737 |
| 13 | 334877.869 | 2314819.938 |
| 14 | 334847.133 | 2315210.355 |
| 15 | 335080.387 | 2315331.019 |
| 16 | 335074.020 | 2315370.462 |
| 17 | 335409.775 | 2315455.162 |

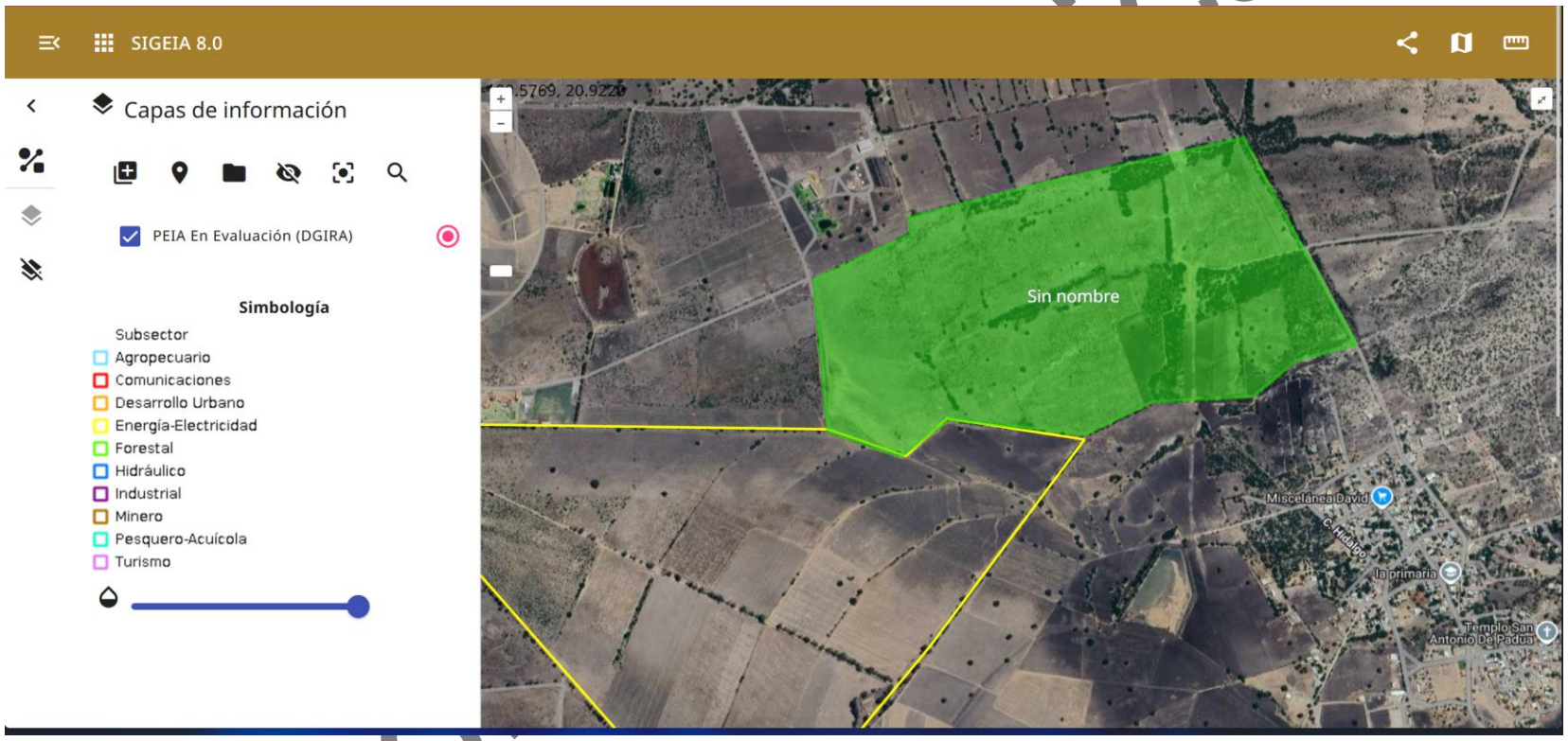
Consulta Pública

*Mapa 2: Localización del Proyecto.*

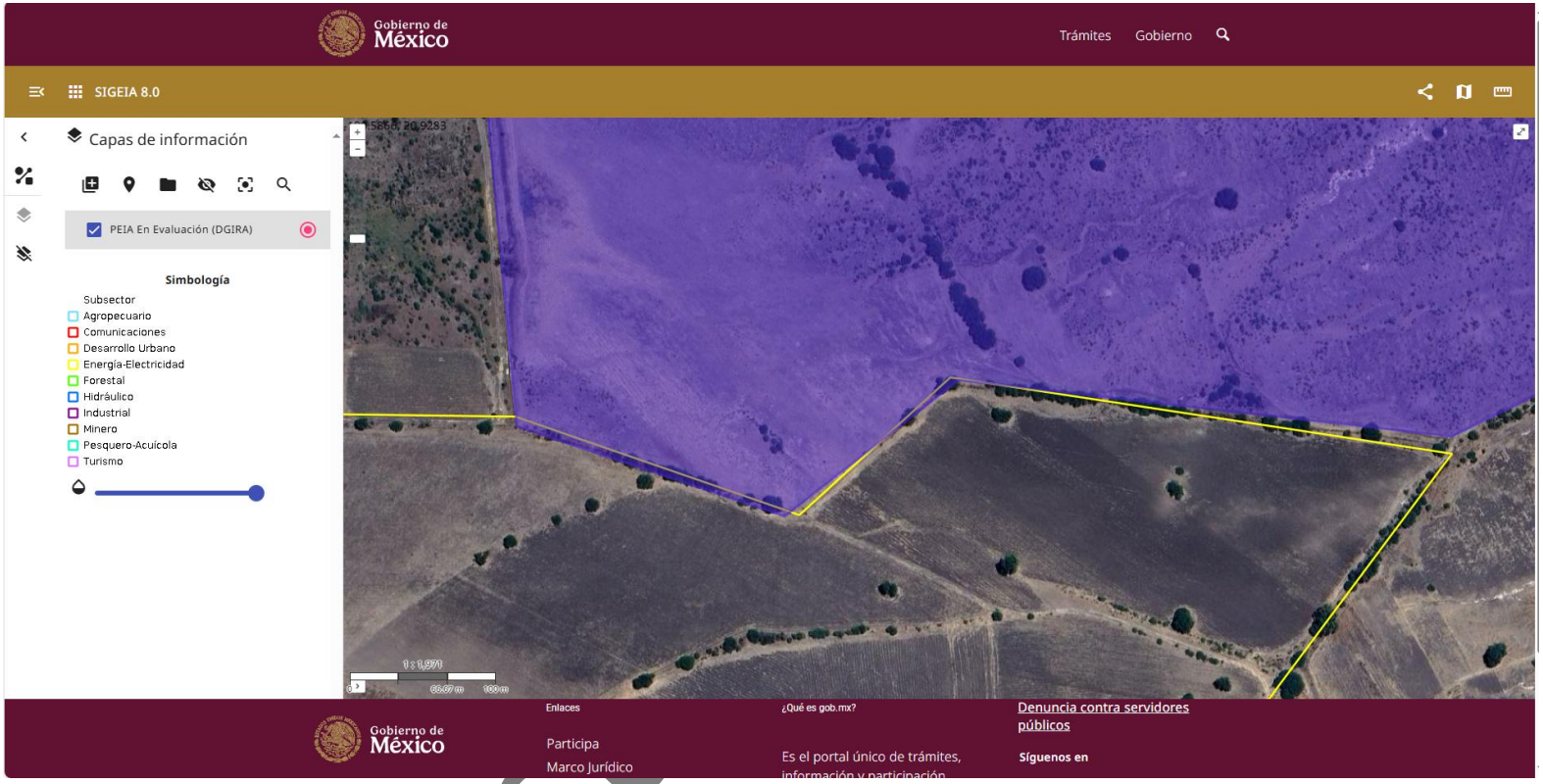


### 2.3.3 Colindancias.

A través del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA), se identificó que el Proyecto colinda con un Proyecto de generación de Energía Eléctrica Fotovoltaica conocido como **Central Fotovoltaica SMA**, con Clave de Proyecto 11GU2025E0021 y Bitácora 09/MG-0183/03/25. Sin embargo, se identificó una intersección de 1,207.64 $m^2$, (0.1207 ha).




Copia


Gobierno de México
Trámites
Gobierno
SIGEIA 8.0
Capas de información
PEIA En Evaluación (DGIRA)
Simbología
Subsector
Agropecuario
Comunicaciones
Desarrollo Urbano
Energía-Electricidad
Forestal
Hidráulico
Industrial
Minero
Pesquero-Acuícola
Turismo
Gobierno de México
Enlaces
Participa
Marco Jurídico
¿Qué es gob.mx?
Es el portal único de trámites, información y participación
Denuncia contra servidores públicos
Síguenos en

Consu

Al realizar la revisión de las coordenadas establecidas en el contrato de arrendamiento del predio, con No. de Escritura 25,961 de fecha del 29 de mayo de 2023, pasada por la FE del Lic. Manuel García García, titular de la Notaría Pública No. 12 de la Ciudad de San Miguel de Allende, Guanajuato (Ver anexo 1.5), es posible determinar que el Proyecto **Central Fotovoltaica SMA**, presenta linderos poco exactos, al establecer los límites de su Área del Proyecto dentro del predio arrendado para el Proyecto El Mezquital.

Es importante resaltar que esta intersección, no incide sobre ninguna obra o área de ocupación temporal o permanente.

*Figura 2. Coordenadas registradas en la Escritura 25,961.*




Co

### 2.3.4 Superficie para obras permanentes y temporales indicar su relación (En porcentaje), respecto a la superficie total.

**Las obras temporales** que pertenecen al proyecto, estarán ubicadas en un polígono que presenta una superficie de 0.470 ha (4,702 $m^2$). En esta área se llevará a cabo la instalación temporal de oficinas, baños móviles, almacenes temporales, áreas de carga y descarga de material, área para descanso de los trabajadores, áreas de movimiento de maquinaria y vehículos (patio de maniobras), entre otras.

**Las obras permanentes** que pertenecen al proyecto ocuparán un área de 56.60 ha (565,951 $m^2$) y corresponden al Área de Paneles, Área de Maniobras, Caminos Internos, SE Elevadora, Área de Almacenamiento de Energía (BESS), Red de Media Tensión, y Oficinas (ver anexo 2).

Además de las obras temporales y permanentes, se contará con una superficie denominada como **Área de Exclusión**. En esta área, no se realizarán ningún tipo de obras, ni se instalará ningún tipo de infraestructura; además, en esta zona se incluyen las restricciones que representan la Zona Federal del Escurrimiento y la Franja de Afectación del Gasoducto. Esta área tendrá una superficie de 12.08 ha (120,804 $m^2$).

Las Obras Temporales, Permanentes y Áreas de Exclusión, conforman el Área del Proyecto (AP) que tienen una superficie de 69.15 ha (691,456 $m^2$).

A continuación, se presentan a detalle las superficies de cada una de ellas.

*Tabla 4: Superficies del Proyecto.*

| Área del Proyecto | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **$m^2$** | **ha** | **% en el Proyecto** |
| Obras y Maniobras | 570,652 | 57.07 | 82.53 |
| Áreas de exclusión | 120,804 | 12.08 | 17.47 |
| **Total** | **691,456** | **69.15** | **100.00** |

*Tabla 5: Superficies que componen las Obras Temporales.*

| Obras temporales | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **$m^2$** | **ha** | **% en el Proyecto** |
| Obras Temporales | 4,702 | 0.470 | 0.62 |
| **Total** | **4,702** | **0.470** | **0.62** |

Consulta Pública

*Tabla 6: Superficies que componen las Obras Permanentes.*

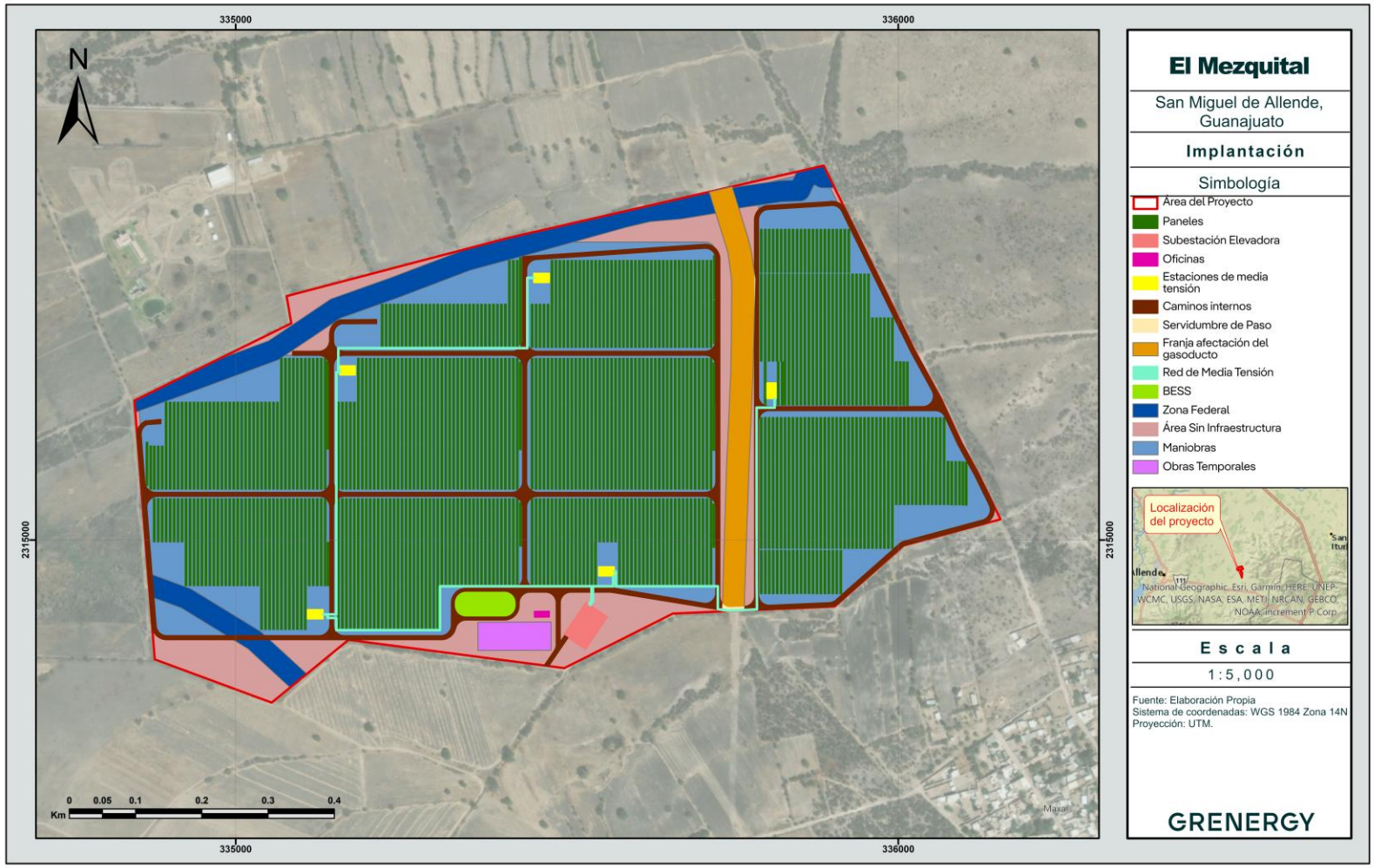
| Obras Permanentes | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **$m^2$** | **ha** | **% en el Proyecto** |
| Paneles solares | 167,432 | 16.743 | 22.04 |
| Caminos Internos | 42,555 | 4.255 | 5.60 |
| Estaciones de Media Tensión (MT) | 1,655 | 0.165 | 0.22 |
| SE Elevadora | 2,400 | 0.240 | 0.32 |
| Área de Almacenamiento de Energía (BESS) | 3,029 | 0.302 | 0.40 |
| Red de Media Tensión | 768 | 0.076 | 0.10 |
| Oficinas | 200 | 0.020 | 0.03 |
| Áreas de Maniobras | 347,911 | 34.791 | 45.80 |
| **Total** | **565,951** | **56.60** | **81.85** |

*Tabla 7: Superficies que comprenden el Área Sin Infraestructura.*

| Áreas de Exclusión | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **$m^2$** | **ha** | **% en el Proyecto** |
| Área sin Infraestructura | 60,199.75 | 6.019 | 7.93 |
| Zona Federal de Escurrimientos | 39,778.24 | 3.977 | 5.24 |
| Franja de Afectación del Gasoducto | 20,826.14 | 2.082 | 2.74 |
| **Total** | **120,804** | **12.08** | **15.90** |

Consulta Pública

*Mapa 3: Implantación del Proyecto.*



### *2.3.4.1 Obras Temporales*

La superficie que ocuparán las Obras Temporales del Proyecto será de 0.470 ha (4,702 $m^2$). En esta área se colocarán los siguientes elementos:

- Acopio y Almacenaje
- Baños
- Oficinas
- Almacenes
- Talleres

Dentro del área temporal se contempla la instalación de un área de Acopio y Almacenaje y baños temporales que se utilizarán durante las fases de preparación y construcción.

Así mismo el área temporal se utilizará para instalar oficinas, almacén y talleres. Estas instalaciones serán del tipo modulares móviles, tipo contenedor. Se habilitarán zonas cercadas destinadas al almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos provenientes de la etapa de construcción. También se habilitará un recinto cercado con los equipos del suministro de energía eléctrica y lugares para estacionamiento de vehículos, maquinarias y equipos de construcción.

De igual manera, se dispondrá de una zona de acopio de material para la estructura metálica y para los paneles, área de baños y áreas para los trabajadores (zonas de para comer, etc).

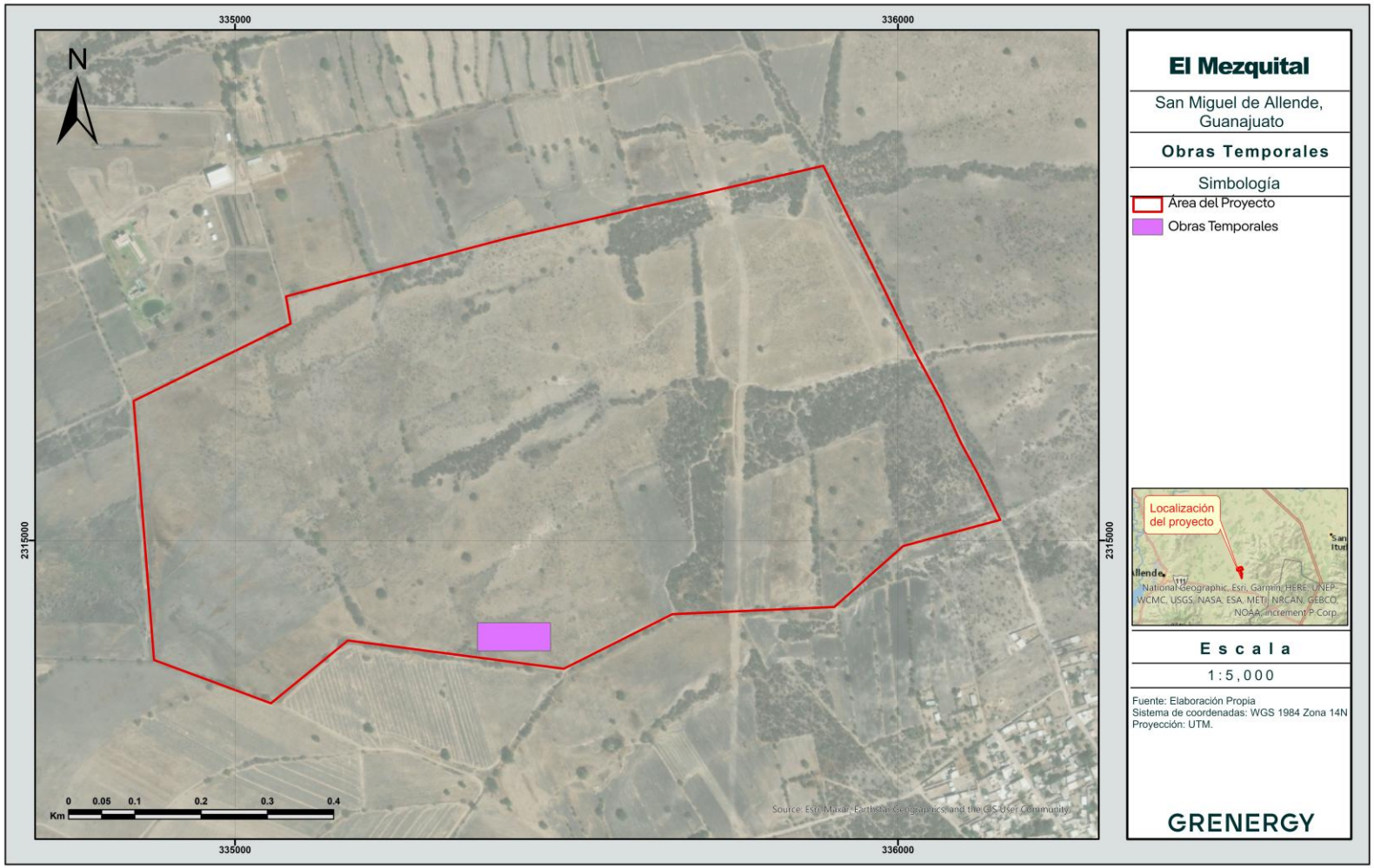
Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q y se encuentran en el anexo 2.

*Tabla 8: Coordenadas Obras Temporales.*

| Coordenadas Obras Temporales | | |
|---|---|---|
| UTM WGS 1984 14 Q | | |
| **Vértice** | **Este X*** | **Norte Y*** |
| 1 | 335476.0767 | 2314833.701 |
| 2 | 335365.7094 | 2314833.405 |
| 3 | 335365.5955 | 2314876.012 |
| 4 | 335475.9629 | 2314876.294 |

Consulta Pública

*Mapa 4: Obras Temporales.*



### *2.3.4.2 Obras Permanentes*

El conjunto de Obras Permanentes estará conformado por los siguientes elementos:

- Área de paneles solares.
- Caminos Internos.
- Red de Media Tensión
- Estaciones de Media Tensión.
- Subestación (SE) Elevadora.
- Área sistema de almacenamiento con baterías (BESS).
- Área de Oficinas
- Área de Maniobras.

**Paneles Solares**

La huella de paneles, ocupará un área de 167,432 $m^2$ (16.743 ha).

Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q, y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 2.

*Tabla 9. Extracto de coordenadas de los Paneles Solares.*

| Coordenadas Paneles Solares | | |
|---|---|---|
| UTM WGS 1984 14Q | | |
| Vértice | Este X* | Norte Y* |
| 1 | 335105.2102 | 2314897.088 |
| 2 | 335104.7338 | 2314897.088 |
| 3 | 335104.7338 | 2314897.588 |
| 4 | 335105.2102 | 2314897.588 |
| 5 | 335105.2102 | 2314897.088 |
| 6 | 335039.2968 | 2314897.353 |

**Caminos Internos**

La red de Caminos Internos, tendrá una superficie de 42,555 $m^2$ (4.255 ha). Mediante ellos, se accederá a cada bloque de paneles con el fin de dar mantenimiento y atender cualquier situación durante la etapa de Operación.

Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 2.

Consulta Pública

*Tabla 10. Extracto de coordenadas de la Red de Caminos Internos.*

| Coordenadas Red de Caminos Internos | | |
|---|---|---|
| UTM WGS 1984 14Q | | |
| Vértice | Este X* | Norte Y* |
| 1 | 334887.158 | 2315181.799 |
| 2 | 334887.158 | 2315175.509 |
| 3 | 334866.135 | 2315174.073 |
| 4 | 334863.802 | 2315172.669 |
| 5 | 334861.741 | 2315170.890 |
| 6 | 334860.011 | 2315168.787 |

## SE Elevadora

La Subestación Elevadora se instalará en un área de 2,400 $m^2$ (0.240 ha).

*Tabla 11. Coordenadas de ubicación de la SE Elevadora.*

| Coordenadas SE Elevadora | | |
|---|---|---|
| UTM WGS 1984 14Q | | |
| Vértice | Este X* | Norte Y* |
| 1 | 335494.7532 | 2314856.927 |
| 2 | 335528.5341 | 2314906.513 |
| 3 | 335533.2862 | 2314903.276 |
| 4 | 335533.2862 | 2314903.276 |
| 5 | 335533.6994 | 2314902.995 |
| 6 | 335533.6994 | 2314902.995 |
| 7 | 335561.592 | 2314883.993 |
| 8 | 335527.8111 | 2314834.406 |
| 9 | 335501.3648 | 2314852.422 |
| 10 | 335500.6792 | 2314852.89 |
| 11 | 335496.4061 | 2314855.801 |

## Área de Almacenamiento de Energía (BESS)

El Área de Almacenamiento de Energía (BESS), ocupará un área de 3,029 $m^2$ (0.303 ha) y se ubica en la parte norte del Proyecto.

Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 2.

Consulta Pública

| Coordenadas BEES | | |
|---|---|---|
| UTM WGS 1984 14Q | | |
| Vértice | Este X* | Norte Y* |
| 1 | 335408.5487 | 2314921.073 |
| 2 | 335411.2426 | 2314920.352 |
| 3 | 335413.7703 | 2314919.173 |
| 4 | 335416.0549 | 2314917.573 |
| 5 | 335418.027 | 2314915.601 |
| 6 | 335419.6267 | 2314913.317 |

## Red de Media Tensión.

La Red de Media Tensión, ocupará una superficie de 768 $m^2$ (0.077 ha) dicha superficie se dividirá en tramo aéreo de 245 $m^2$ (0.0245 ha) y el tramo soterrado de 523 $m^2$ (0.0523 ha).

Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 2.

| Coordenadas Red de Media Tensión | | |
|---|---|---|
| UTM WGS 1984 14Q | | |
| Vértice | Este X* | Norte Y* |
| 1 | 335539.294 | 2314907.655 |
| 2 | 335535.352 | 2314901.869 |
| 3 | 335534.939 | 2314902.150 |
| 4 | 335538.838 | 2314907.872 |
| 5 | 335538.838 | 2314919.612 |
| 6 | 335538.838 | 2314923.612 |

## Estaciones de Media Tensión.

La superficie que ocuparán las Estaciones de Media Tensión será de 1,655 $m^2$ (0.165 ha).

Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 2.

| Coordenadas Estaciones de Media Tensión | | |
|---|---|---|
| UTM WGS 1984 14Q | | |
| Vértice | Este X* | Norte Y* |
| 1 | 335180.5381 | 2315248.786 |
| 2 | 335156.8967 | 2315248.786 |
| 3 | 335156.8967 | 2315262.786 |
| 4 | 335180.5381 | 2315262.786 |
| 5 | 335180.5381 | 2315248.786 |
| 6 | 335547.8094 | 2314959.679 |

## Área de Maniobras.

Consulta Pública

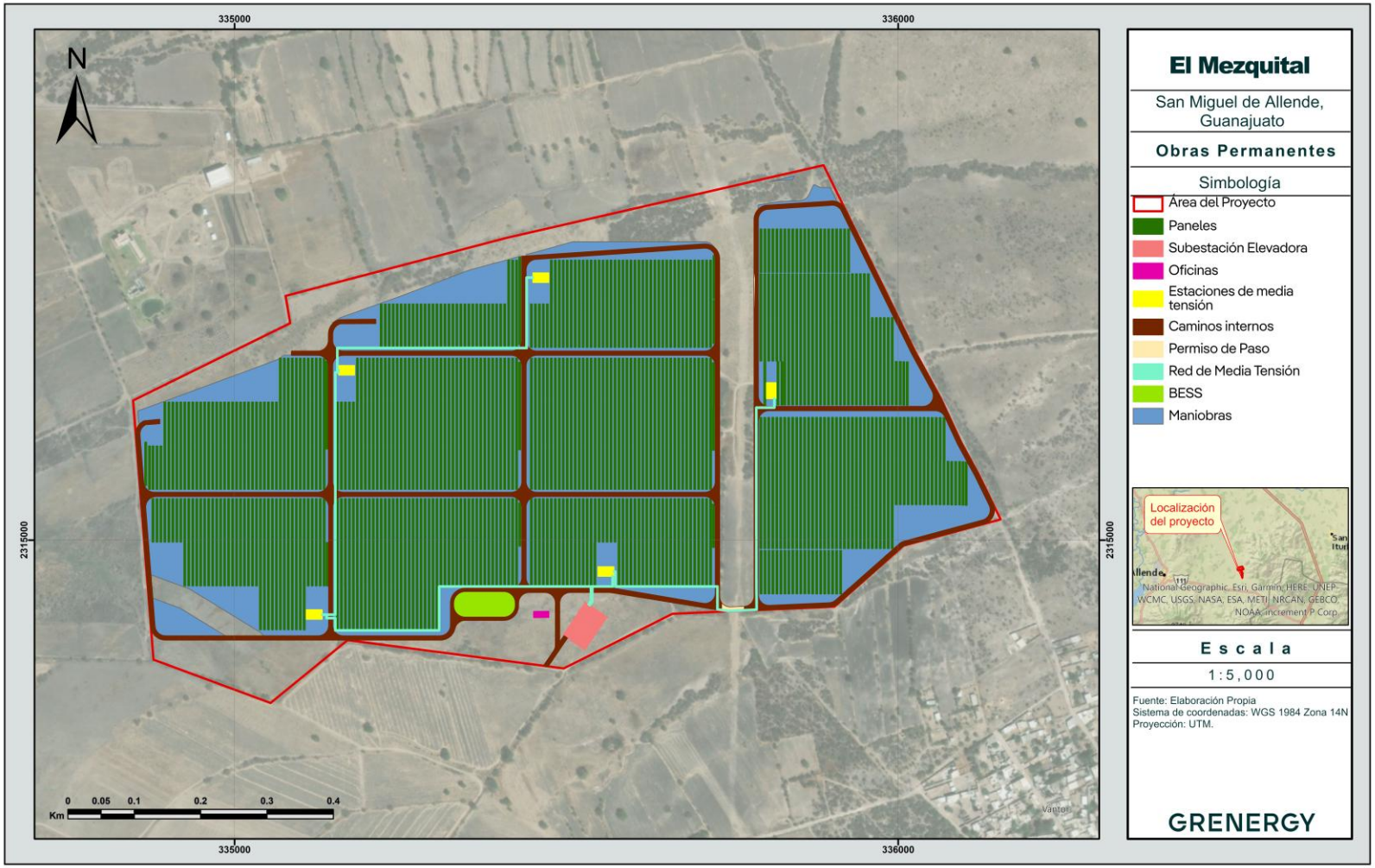
El Área de Maniobras está conformada por la superficie libre entre bloques de paneles, así como el espacio entre la huella de paneles y los caminos internos. Como tal, esta área no presentará infraestructura sobre ella, pero si se requerirá para realizar maniobras durante la operación del proyecto. Ocupará una superficie de 347,911 $m^2$ (34.791 ha).

Las coordenadas a continuación mostradas se encuentran en unidades UTM (DATUM WGS84 Zona 14Q) y representan sólo un extracto del total de coordenadas que se encuentran en el anexo 2.

| Área de Maniobras | | |
|---|---|---|
| UTM WGS 1984 14Q | | |
| Vértice | Este X* | Norte Y* |
| 1 | 334986.472 | 2314855.645 |
| 2 | 334895.867 | 2314855.645 |
| 3 | 334893.226 | 2314855.865 |
| 4 | 334890.658 | 2314856.517 |
| 5 | 334888.232 | 2314857.584 |
| 6 | 334886.016 | 2314859.037 |

Consulta Pública

*Mapa 5: Obras Permanentes.*



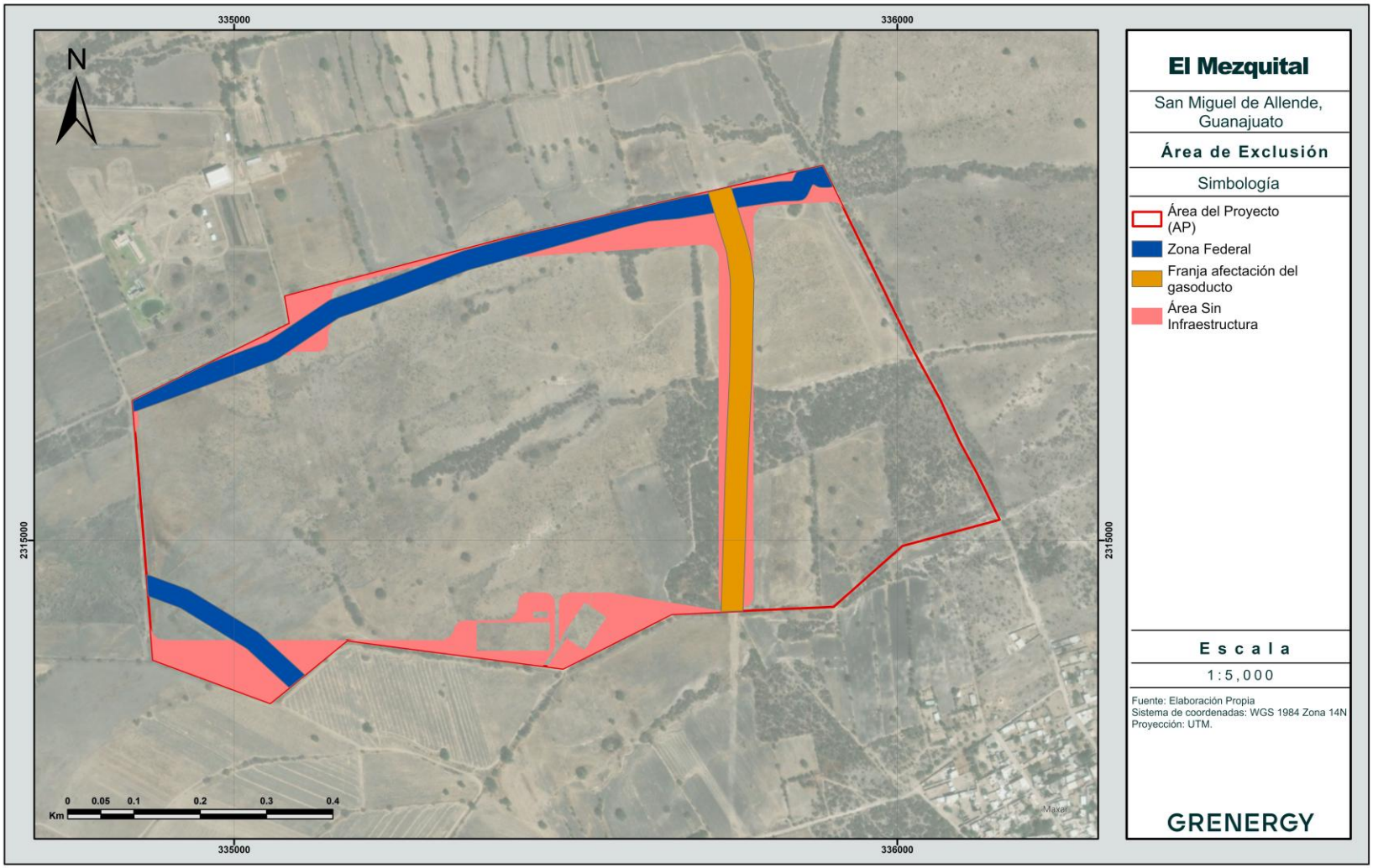
## Área de Exclusión

Ésta área tendrá una superficie total de **120,804 m$^2$ (12.08 ha)** y estará conformada por las siguientes áreas: Área sin Infraestructura, Zona Federal del escurrimiento y Franja de Afectación del Gasoducto; en estas áreas no se colocará ningún tipo de obra o infraestructura ya sea temporal o permanente y en el caso en particular de la Zona Federal del Escurrimiento y la Franja de Afectación del Gasoducto, formarán un Área de Restricción en donde por ningún motivo se colocará infraestructura sobre ella.

Todos los mapas y coordenadas (Formato .csv y .xls) de ubicación de las obras del Proyecto, se encuentran en el anexo 2 del presente documento, así como los archivos .shp.

Consulta Pública

*Mapa 6: Área de Exclusión.*



**Permiso de Cruzamiento.**

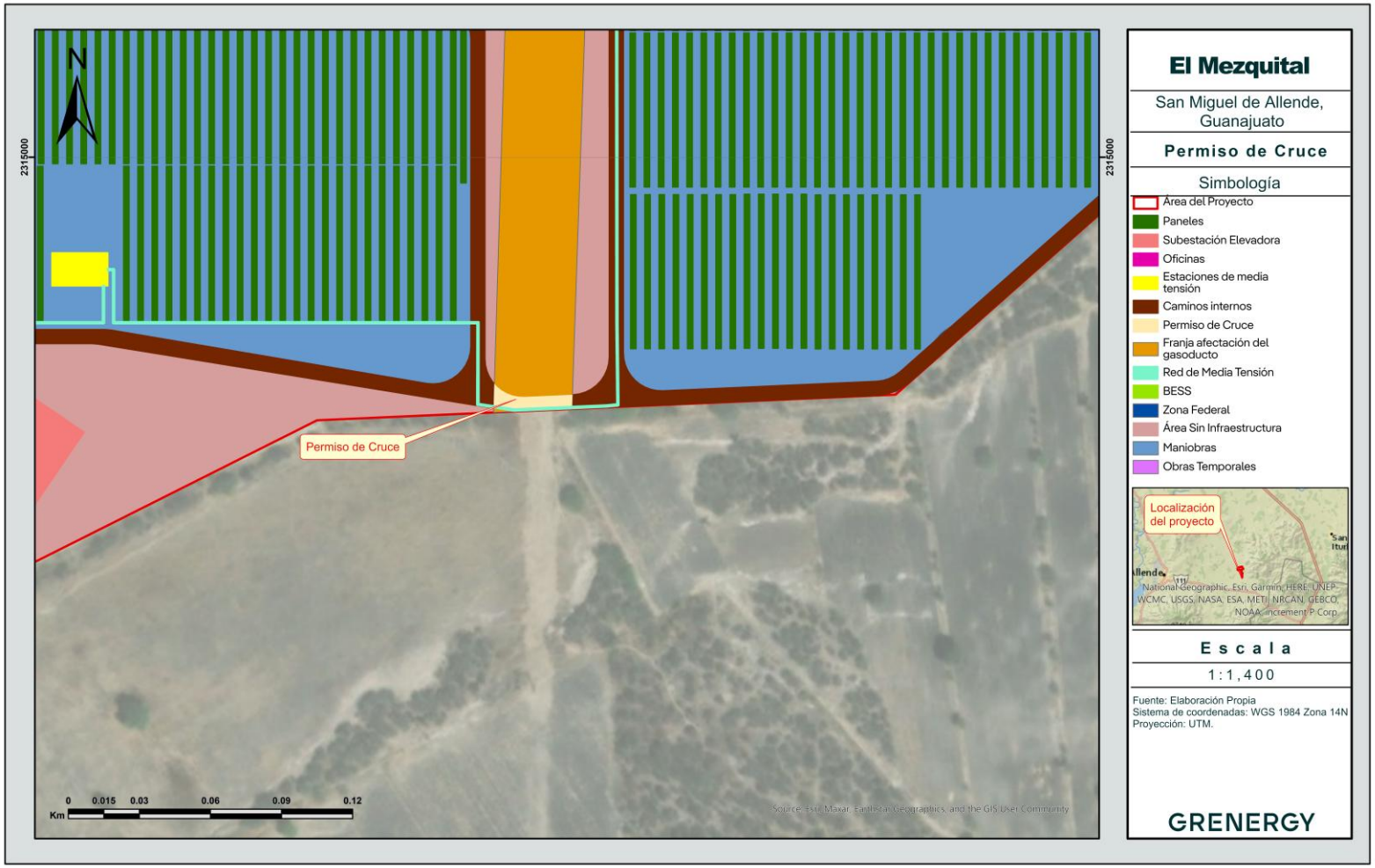
Debido a la existencia de un gasoducto en la porción Este del AP, y que va de Norte a Sur, se tramitarán los permisos necesarios para obtener el Permiso de Cruzamiento, ya que es necesario cruzar la red de media tensión por la Franja de Afectación del Gasoducto.

Para ello, se trabajará en conjunto con la empresa responsable del gasoducto, con el fin de instalar sobre el punto de cruce, el tramo aéreo de la Red de Media Tensión. Aunado a lo anterior, se realizará la conexión del camino interno que quedará dividido por la Franja de Afectación.

El Área de cruce, contará con una superficie total de 245 $m^2$ (0.024 ha) y se encuentra contenida en la superficie total de los caminos internos.

Consulta Pública

*Mapa 7: Permiso de Cruce.*



### *2.3.4.3 Superficie a afectar en m² con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto.*

De acuerdo a lo observado en campo, el área del proyecto posee dentro de su superficie un tipo de vegetación y dos tipos de uso de suelo:

- Asociación Arvense
- Vegetación de Mezquital - Huizachal
- Agricultura de Temporal Anual

A continuación, se presenta la distribución de las obras de acuerdo al tipo de vegetación en la que incide cada una de ellas, se muestra la superficie que abarcan y el porcentaje con respecto a la totalidad del predio:

*Tabla 12. Superficie de Obras con respecto al Uso de Suelo y Vegetación.*

| Superficies por Tipo de Vegetación | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **m2** | **ha** | **Vegetación** | **m2** | **ha** | **Porcentaje** |
| Área temporal | 4,702 | 0.47 | Asociación Arvenses | 4,647 | 0.46 | 0.68 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 55 | 0.01 | 0.00 |
| Paneles solares | 167,432 | 16.74 | Asociación Arvenses | 61,815 | 6.18 | 24.21 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 94,339 | 9.43 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 11,279 | 1.13 | 0.00 |
| Caminos Internos | 42,555 | 4.26 | Asociación Arvenses | 20,267 | 2.03 | 6.15 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 19,641 | 1.96 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 2,470 | 0.25 | 0.00 |
| | | | Sin vegetación | 177 | 0.02 | 0.00 |
| Estaciones de Media Tensión | 1,655 | 0.17 | Asociación Arvenses | 1,022 | 0.10 | 0.24 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 633 | 0.06 | 0.00 |
| SE Elevadora | 2,400 | 0.24 | Asociación Arvenses | 2,400 | 0.24 | 0.35 |
| Área BESS | 3,029 | 0.30 | Asociación Arvenses | 3,029 | 0.30 | 0.44 |
| DDV RMT | 768 | 0.08 | Asociación Arvenses | 469 | 0.05 | 0.11 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 280 | 0.03 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 20 | 0.00 | 0.00 |

Consulta Pública

| Superficies por Tipo de Vegetación | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **m2** | **ha** | **Vegetación** | **m2** | **ha** | **Porcentaje** |
| Oficinas | 200 | 0.02 | Asociación Arvenses | 200 | 0.02 | 0.03 |
| Área de maniobras | 347,911 | 34.79 | Asociación Arvenses | 146,657 | 14.67 | 50.32 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 180,093 | 18.01 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 21,161 | 2.12 | 0.00 |
| Área sin infraestructura | 60,200 | 6.0200 | Asociación Arvenses | 42,704 | 4.27 | 8.71 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 14,564 | 1.46 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 2,932 | 0.29 | 0.00 |
| Zona Federal Escurrimientos | 39,778 | 3.9778 | Asociación Arvenses | 23,500 | 2.35 | 5.75 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 16,278 | 1.63 | 0.00 |
| Gasoducto | 20,826 | 2.0826 | Asociación Arvenses | 12,302 | 1.23 | 3.01 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 1,918 | 0.19 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 6,606 | 0.66 | 0.00 |
| **Total** | **691,456** | **69.15** | | **691,456** | **69.15** | **100.00** |

De acuerdo a lo anterior, sólo requerirá solicitar la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (ACUSTF), en la superficie de obras con vegetación de **Mezquital - Huizachal** cuya superficie corresponde a **295,040 m$^2$ (29.50 ha).**

Consulta Pública

Lo anterior, queda plasmado de manera más clara en la siguiente tabla:

*Tabla 13. Superficie de Cambio de Uso de Suelo por Obra y por tipo de Vegetación.*

| Superficie de CUS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Vegetación** | **$m^2$** | **ha** | **Porcentaje** |
| Área temporal | Mezquital - Huizachal | 55 | 0.0055 | 0.008 |
| Paneles solares | Mezquital - Huizachal | 94,339 | 9.4339 | 13.643 |
| Caminos Internos | Mezquital - Huizachal | 19,641 | 1.9641 | 2.84 |
| Estaciones de Media Tensión | Mezquital - Huizachal | 633 | 0.0633 | 0.092 |
| DDV RMT | Mezquital - Huizachal | 280 | 0.028 | 0.04 |
| Área de maniobras | Mezquital - Huizachal | 180,093 | 18.0093 | 26.045 |
| **Total** | | **295,040** | **29.504** | **42.67** |

Consulta Pública

### 2.3.5 Inversión requerida

La inversión requerida para la instalación del Proyecto, incluyendo los trabajos necesarios para acondicionar el predio, la obra civil, la construcción, los insumos y el personal necesario, es de $ 24,400,878 de USD, por lo que para la etapa de preparación se dispondrán de $ 7,320,263.4 de USD y $ 14,640,526.8 millones de USD para la construcción. Para la operación y mantenimiento se destinarán $ 145,000 de USD por año durante la duración del proyecto.

El costo aproximado para la aplicación de las medidas de mitigación corresponde a aproximadamente al 2% del valor total de la inversión (aproximadamente 488,017.56 de USD).

## 2.4 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

### 2.4.1 Descripción General

El proceso de generación de energía inicia convirtiendo la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, a través de una serie de paneles fotovoltaicos instalados sobre seguidores con eje de giro norte a sur. Este seguidor consiste en una serie de vigas de torsión orientadas en dirección Norte a Sur de acuerdo al eje del tracker, sobre las que se encuentran montados los paneles solares en filas y cuyo eje de rotación es horizontal, paralelo al suelo, para hacer girar los módulos fotovoltaicos y hacer que queden orientados al este por la mañana y girando hasta que queden orientados al oeste por la tarde.

Del panel solar, la energía en corriente directa sale en baja tensión. Mediante las conexiones entre paneles, se logra aumentar la tensión para la entrada al inversor, el cual otorga en su salida la corriente alterna. En la Estación de Media Tensión eleva nuevamente la tensión. Mediante la red de media tensión se unen y definen los circuitos colectores, estos se instalarán de manera subterránea hasta la SE Elevadora que a su vez se encarga elevar esos 34.5 kV hasta 115 kV para conectar por medio de una Línea de Transmisión (LT) con la Subestación de maniobras de la CFE en la cual se realizará la interconexión con la Red Nacional de Transmisión (RNT). Tanto la LT como la Subestación de Maniobras serán evaluadas de forma independiente al presente documento.

La instalación posee elementos de protección, tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general, que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución.

A continuación, se describen los equipos, configuración, operación y demás elementos de la instalación fotovoltaica, Es posible que, en el momento de la instalación, debido a motivos de disponibilidad, u otros, se utilicen equipos diferentes, aunque serán siempre similares a los aquí descritos.

### 2.4.2 Características Técnicas

Los sistemas fotovoltaicos conectados a red son soluciones alternativas reales a la diversificación de producción de electricidad, y se caracterizan por ser sistemas no

Consulta Pública

contaminantes que contribuyen a reducir las emisiones de gases nocivos (CO2, SOx, NOx) a la atmósfera, utilizar recursos locales de energía y evitar la dependencia del mercado exterior del petróleo.

Una instalación fotovoltaica de conexión a red presenta tres subsistemas perfectamente diferenciados:

- Generador fotovoltaico: El generador fotovoltaico está formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos. Los módulos fotovoltaicos son los encargados de transformar la energía del Sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar recibida.
- Sistema de acondicionamiento de potencia: Para poder inyectar la corriente continua generada por los módulos a la red eléctrica, es necesario transformarla en corriente alterna de similares condiciones a la de la red. Esta función es realizada por unos equipos denominados inversores que, basándose en tecnología de potencia, transforman la corriente continua procedente de los módulos en corriente alterna de la misma tensión y frecuencia que la de la red pudiendo, de esta forma, operar la instalación fotovoltaica en paralelo con ella.
- Interfaz de conexión a red. Para poder conectar la instalación fotovoltaica a la red en condiciones adecuadas de seguridad tanto para personas como para los distintos componentes que la configuran, ésta ha de dotarse de las protecciones y elementos de facturación y medida necesarios.

Como principales ventajas de los sistemas fotovoltaicos de conexión a red se pueden mencionar las siguientes:

- Presentan una gran simplicidad.
- La energía se genera en el propio lugar en que se consume.
- Montaje sencillo y reducido mantenimiento.
- Alta calidad energética con elevada fiabilidad.
- Características modulares que hacen sencillas posteriores ampliaciones.
- No producen ruidos ni emisiones de ningún tipo por lo que no alteran el medio ambiente.

Consulta Pública

*Tabla 14: Características Técnicas del Proyecto.*

| Elemento | Parámetro | Cantidad | Unidad |
|---|---|---|---|
| Configuración Planta Fotovoltaica | Potencia de Módulos | 29.9 | MWp |
| | Potencia Instalada (Potencia Activa Máxima de Inversores) | 33.49 | MWn |
| | Ratio DC/AC | 1.01 | - |
| | Nº de inversores | 23 | Ud. |
| | Nº de módulos | 55,200 | Ud. |
| | Nº de strings | 2,160 | Ud. |
| | Nº de módulos por string | 30 | Ud. |
| | Pitch | 6.00 | m |
| Configuración BESS | Potencia nominal de BESS | 8.53 | MWn |
| | Duración de sistema BESS | 3 | hrs |
| | Capacidad nominal de conjunto | 25.59 | MWh |
| | Nº de inversores | 8 | Ud. |
| | Nº de Enclosures | 8 (4 racks por contenedor) | Ud. |
| | Nº de CT's | 4 | Ud. |

Consulta Pública

Además de:

- Transformadores y equipamiento para punto de interconexión.
- Sistema de cableado, cajas de conexiones, tableros.
- Sistemas periféricos de seguridad, vigilancia y mantenimiento.
- Obra civil para alojar inversores a temperatura controlada. Casetas de inversores y casetas de transformación.

### 2.4.3 Descripción de los Principales elementos.

#### *2.4.3.1 Paneles*

Los módulos fotovoltaicos son los dispositivos físicos encargados de transformar la energía que les llega en forma de radiación electromagnética, en electricidad por medio del efecto fotoeléctrico.

Se componen de unidades independientes denominadas células fotovoltaicas, agrupadas convenientemente en arreglos "serie-paralelo" de forma que ofrezcan las características tensión–intensidad requerida por la aplicación para la que se dimensionan.

Una célula FV típica de silicio cristalino genera un voltaje de circuito abierto entorno a los 0.6 V y una corriente de cortocircuito que depende del área de célula (≈ 3 A para un área de 100 $cm^2$). Debido a su pequeña potencia, las células se asocian en serie y en paralelo en módulos FV, que además aportan un soporte rígido y una protección contra los efectos ambientales. Si la potencia suministrada por un módulo FV no es suficiente para una aplicación determinada se realizan asociaciones serie y paralelo de módulos para formar un generador FV.

Cuentan con la tecnología Multi Bus bar que consiste en una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico para mejorar el efecto de la captura de luz lo que permite que la luz se oriente de forma óptima sobre las células.

Para evitar el efecto espejo, se buscarán opciones con recubrimiento óptico de nitruro de silicio o similar para reducir la reflectancia a menor del 4%

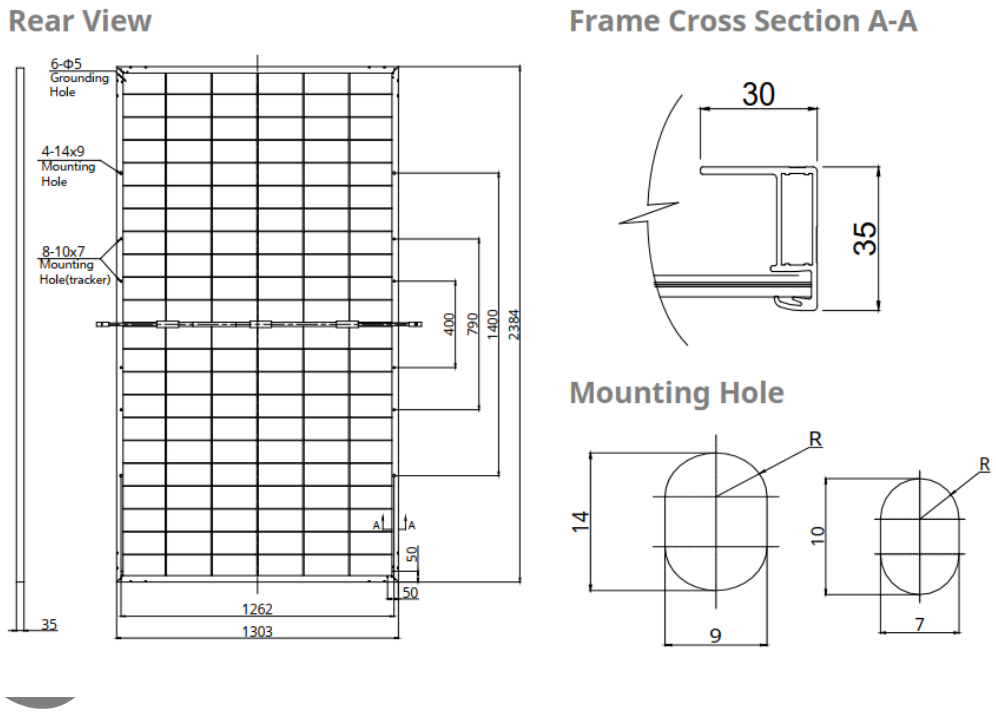
Para este Proyecto, se han seleccionado módulos fotovoltaicos bifaciales. Sus características principales se resumen a continuación.

Consulta Pública

*Tabla 15: Características de los paneles solares.*

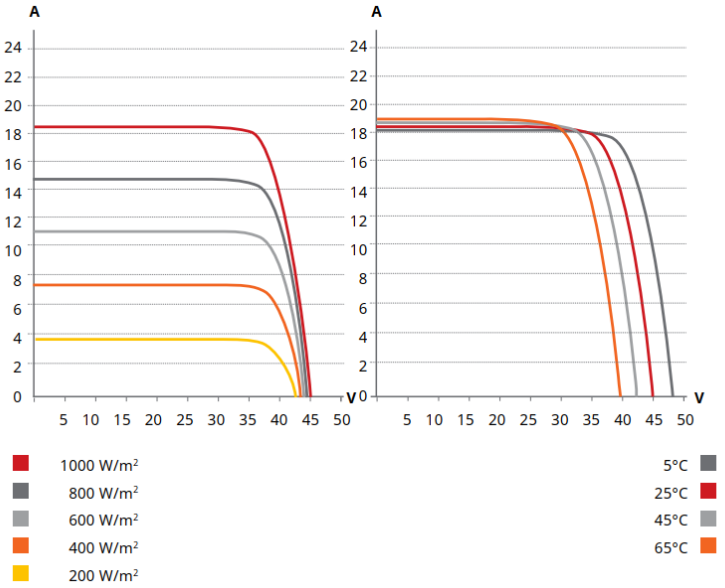
| Características del Módulo Fotovoltaico | |
|---|---|
| Fabricante | Canadian Solar |
| Modelo | CS7N-6555MB-AG |
| Potencia unitaria de la cara delantera del módulo en condiciones estándar | 655W |
| Tolerancia de Potencia | 0~+10 W |
| Tensión en el Punto de Máxima Potencia (VMPP) | 38.1 V |
| Intensidad en el Punto de máxima Potencia (IMPP) | 17.20 A |
| Tensión de Circuito Abierto (VOC) | 45.2 V |
| Intensidad de Cortocircuito (ISC) | 18.43 A |
| Eficiencia, η (%) | 21.1 % |
| Dimensiones (mm) | 2382x1303x35 |

*Figura 3: Ejemplo de Panel Solar.*




De acuerdo con la información incluida en la hoja de especificaciones técnicas, los módulos están certificados conforme a los estándares IEC61215/IEC61730/IEC62716/UL61730.

*Figura 4: Curvas Características de los paneles seleccionados.*




### *2.4.3.2 Seguidores*

Los módulos FV se instalarán sobre estructuras denominadas seguidores, que se mueven sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur y realizan un seguimiento automático de la posición del Sol en sentido Este-Oeste a lo largo del día, maximizando así la producción de los módulos en cada momento.

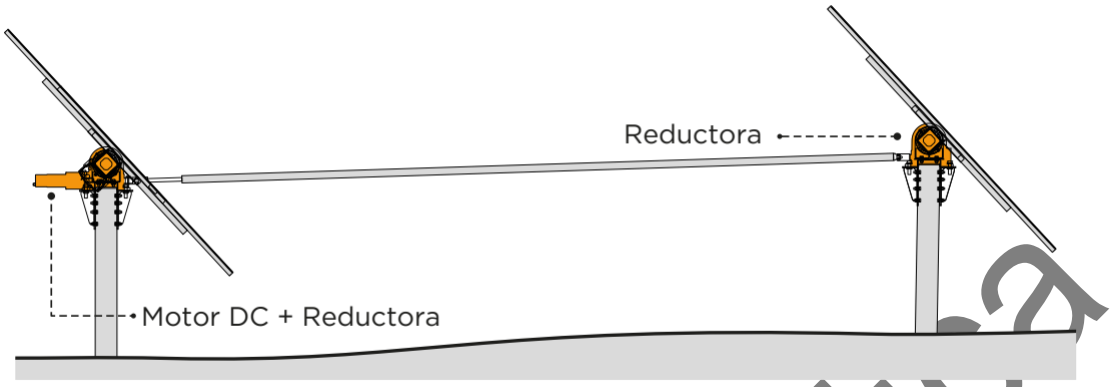
La estructura donde se sitúan los módulos está fijada al terreno y constituida por diferentes perfiles y soportes, con un sistema de accionamiento para el seguimiento solar y un autómata que permita optimizar el seguimiento del sol todos los días del año.

Los principales elementos de los que se compone el seguidor son los siguientes:

- Cimentaciones: perfiles con hincado directo.
- Estructura de sustentación: formada por diferentes tipos de perfiles de acero galvanizado y aluminio.
- Elementos de sujeción y tornillería.
- Elementos de refuerzo.
- Equipo de accionamiento para el seguimiento solar el cual contará con un cuadro de Baja Tensión.
- Autómata astronómico de seguimiento con sistema de retro seguimiento integrado.
- Sistema de comunicación interna.

Consulta Pública

*Figura 5: Ejemplo de Seguidor.*




El material utilizado para su construcción 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 poste se fija directamente en el terreno. Se hinca mediante una hincadora hidráulica. Esta máquina utiliza un molde especial con la forma del perfil del poste y golpea repetidas veces la cabeza del mismo, introduciéndolo progresivamente en el terreno hasta llegar a la profundidad requerida según proyecto. El actuador lineal se puede fijar mediante seis postes metálicos o sobre una zapata de hormigón. La zapata llevará los metros cúbicos requeridos por el cálculo estructural, colocando la correspondiente armadura en su interior, y posicionando además los pernos de anclaje necesarios para ubicar posteriormente el módulo de giro.

#### *2.4.3.3 Inversor Fotovoltaico*

El inversor es un dispositivo de electrónica de potencia que permite transformar la energía eléctrica generada en forma de corriente continua por los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna, para poder ser elevada posteriormente de tensión y vertida a la red eléctrica.

La operación de los inversores será totalmente automatizada. Una vez que el generador fotovoltaico genera la potencia suficiente para excitar al inversor, arranca y la electrónica de control comienza con la conversión DC/AC. Por el contrario, cuando la potencia de entrada baja por debajo del punto de excitación del inversor para la conexión dejará de trabajar.

Las características del inversor que se deben considerar para el dimensionamiento de la Instalación de Baja Tensión se indican en la siguiente tabla:

Consulta Pública

*Tabla 16. Características Técnicas de los Principales Equipos.*

| INGECON SUN | |
|---|---|
| **Características DC del Inversor** | |
| Rango de tensión MPP | 894 – 1,300 V |
| Tensión Máxima | 1,500 V |
| MPPT Independientes | 1 |
| Nº de Entradas DC | Hasta 24 |
| Máxima corriente de entrada por MPPT (IDC) | 40-350 A |
| Eficiencia Máx / Euro | 98.90% |
| Rango de Temperatura Ambiente de Operación | -20ºC a 57ºC |
| **Características AC del Inversor** | |
| Potencia nominal (kW) | 1,637-1473 kW @30ºC |
| Potencia Aparente (kVA) | 1,637-1,449 kVA @27ºC |
| Intensidad máxima (A) | 3,200 A @35ºC |
| Tensión nominal (V) | 630 V |
| Frecuencia (Hz) | 50 Hz / 60 Hz |
| THD (%) | < 3% |
| Factor de potencia | > 0.99 (Ajustable) |

El inversor cumple con lo dispuesto en los estándares IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, P.O.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado y presentan las siguientes características de funcionamiento:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).
  - Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.
- Características de la señal generada.
  - La señal generada por el inversor está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.
- Protecciones.
  - Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (59Hz-61Hz), el inversor interrumpe inmediatamente su funcionamiento pues esto indicaría que la red es inestable, o procede a operar en modo isla hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.
  - Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo, el inversor interrumpe su funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre

Consulta Pública

dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático.

- Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento.
- Tensión del generador fotovoltaico baja: Es la situación en la que se encuentra durante la noche, o si se desconecta el generador solar. Por tanto, el inversor no puede funcionar.
- Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente: El inversor detecta la tensión mínima de trabajo de los generadores fotovoltaicos a partir de un valor de radiación solar muy bajo, dando así la orden de funcionamiento o parada para el valor de intensidad mínimo de funcionamiento.
- El inversor incluye interruptor automático en la salida CA.
- Los inversores estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.

Los inversores serán provistos del software de aplicación para la configuración de los equipos y extracción de datos, otorgando plenos derechos al administrador e incluyendo el acceso a sus parámetros funcionales.

Además, los inversores deben ir acompañados de planos de cableado, manuales de instalación, operación y mantenimiento, incluyendo lista de parámetros, valores, tolerancias de alarma / advertencia y funcionamiento, en español

#### *2.4.3.4 Red de baja tensión.*

A continuación, se citan los reglamentos específicos que deben cumplir las instalaciones:

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (Utilización).
- CFE-G: Distribución-Construcción de sistemas subterráneos: Generalidades.
- CFE-BMT-DP: Distribución-Construcción de sistemas subterráneos: Diseño y proyectos en Baja y Media Tensión.
- CFE-BMT-C: Distribución-Construcción de sistemas subterráneos: Construcción Baja y Media Tensión
- NMX-J-009/248/1-ANCE-2000 Productos eléctricos-fusibles. Fusibles para baja tensión, parte 1: requisitos generales.
- NMX-J-009/248/7-ANCE-2000 Productos eléctricos-fusibles. Fusibles para baja tensión, parte 7: fusibles renovables letra h-especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-009/248/11-ANCE-2000 Productos eléctricos-fusibles. Fusibles para baja tensión, parte 11: fusibles tipo tapón especificaciones y métodos de prueba.

Consulta Pública

#### *2.4.3.4.1 Criterios de Diseño*

El Proyecto, con una potencia nominal de 29.9 MW, estará formada por agrupaciones de seguidores que, en conjunto, dispondrán de una potencia instalada de 36.16 MW.

El diseño del cableado responderá a las exigencias de la Norma Oficial Mexicana NOM‐001‐SEDE‐2012, Instalaciones Eléctricas (utilización), siguiéndose para el cálculo del mismo criterio de caída de tensión y sobrecalentamiento o criterio térmico, el cual limita la intensidad máxima admisible por el cable. Los cables de conexión estarán dimensionados para una intensidad de 125% de la máxima intensidad de la línea para el criterio térmico. Estas consideraciones se tendrán en cuenta tanto para el cableado de continua como para el de alterna.

En cuanto a la caída de tensión de la instalación en corriente continua, el diseño se efectuará conforme a las recomendaciones de normativa de índole internacional, fijándose para el tramo desde los módulos fotovoltaicos hasta la entrada a los inversores una caída de tensión máxima del 1.5%. Por su parte, en el lado de corriente alterna la caída de tensión en el tramo desde el inversor hasta la entrada al transformador estará limitada al 1.5%.

#### *2.4.3.4.2 Instalación de Corriente Continua*

Los módulos fotovoltaicos de la planta se unirán en series de 30 unidades aprovechando las propias cajas de conexionado y el cable Multicontact que incorporan de fábrica, para formar lo que se denomina string.

Cada uno de estos circuitos alcanzará la caja de conexiones de intemperie (caja de paralelos), que se instalará por cada subagrupación de 6 o 7 seguidores, formando lo que se le denomina arreglo o fuente fotovoltaica de energía, utilizando conductores apropiados. Cada caja contará con las correspondientes protecciones de continua que permitirán aislar el campo generador del inversor.

Desde estas cajas partirán los conductores de los circuitos fotovoltaicos de salida que, de forma soterrada, llegarán a las entradas del lado de corriente continua del inversor, hasta el que conducirán en corriente continua la totalidad de la energía generada en cada subagrupación, donde será transformada en corriente alterna.

Por resistencia mecánica no se admitirán cables de sección menor a 6 $mm^2$.

Consulta Pública

*Figura 6: Imagen ejemplo de paneles sobre los seguidores.*



A continuación, se muestran las principales características y magnitudes eléctricas de las diferentes agrupaciones y subagrupaciones que componen el Proyecto.

#### *2.4.3.4.3 Protecciones.*

Las protecciones eléctricas entre la interconexión de la Planta fotovoltaica, el BESS y la red eléctrica aseguran una operación segura, tanto para las personas como para los equipos que participan en todo el sistema.

La Planta fotovoltaica y el BESS deberán cumplir los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas y la normativa internacional en el caso de que no existieran normas nacionales relacionadas.

De esta manera, todos los equipos de la Planta estarán provistos de elementos de protección, algunos de los cuales se exponen a continuación:

- Los conductores de DC del campo fotovoltaico estarán dimensionados para soportar, como mínimo el 125% de la corriente de máxima potencia en condiciones STC sin necesidad de protección.
- Los conductores de corriente alterna, estarán protegidos mediante interruptores magnetotérmicos para proteger el sistema contra sobreintensidades.
- Los inversores dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera efectiva. Asimismo, los inversores incorporarán al menos las siguientes protecciones: frente a cortocircuitos, contra tensiones y frecuencia de red fuera de rango e inversión de polaridad.
- La conexión a tierra ofrece una buena protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que previene contactos indirectos.

Consulta Pública

- Los equipos accionados eléctricamente estarán provistos de protecciones a tierra e interruptores diferenciales.

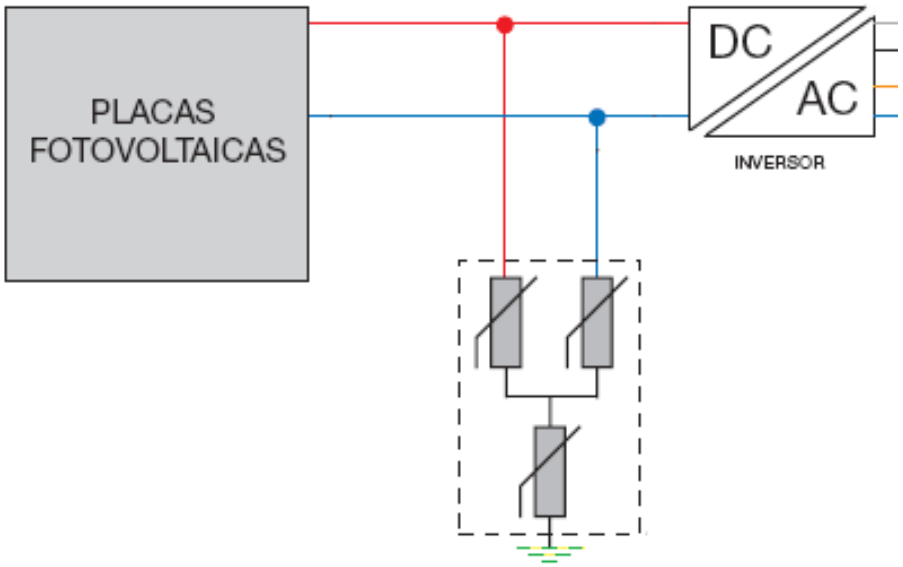
#### *2.4.3.4.4 Sobreintensidades*

Con el fin de proteger la instalación de corriente continua frente a sobreintensidades, se utilizarán en cada arreglo o subagrupación de seguidores de la instalación elementos de corte y protección.

#### *2.4.3.4.5 Sobretensiones*

La protección frente a sobretensiones transitorias generadas por descargas atmosféricas, u otro tipo de disturbio eléctrico, en la parte de corriente continua del inversor, se realizará mediante 3 varistores entre polos y entre cada polo y tierra.

*Figura 7: Diagrama de protección de sobretensiones.*




#### *2.4.3.4.6 Contactos Directos*

Para evitar los contactos directos en la instalación se emplearán equipos y materiales con todas las partes activas aisladas, de forma que los elementos activos queden inaccesibles.

#### *2.4.3.4.7 Instalación Corriente Alterna.*

La instalación en baja tensión de corriente alterna se reduce al circuito que va desde la salida del inversor hasta la entrada del transformador. Este tramo de cableado discurre enteramente por el edificio que alberga ambos equipos, y viene incluido por el fabricante en el conjunto inversores/transformador.

#### *2.4.3.4.8 Tendido De Conductores*

El tendido o disposición del cableado quedará dividido físicamente en varios tramos: el primero de ellos será de tipo superficial o de intemperie, y corresponde a la conexión entre

los módulos fotovoltaicos de cada string; un segundo tramo enterrado discurrirá entre el último módulo de cada string hasta la caja de conexión de paralelos; el tramo final de forma soterrada partirá desde la caja de paralelos y alcanzará el edificio de inversor/transformador.

El tendido por dentro del propio seguidor se realizará mediante bandeja, o se utilizará el mismo cuerpo del seguidor esto fuera factible.

Los tramos de canalización enterrada se efectuarán mediante una zanja de sección variable, con arquetas de registro en las ubicaciones que se consideren necesarias. Realizada la excavación, se colocará una primera capa de arena de unos 10 centímetros, para seguidamente colocar los tubos corrugados que albergarán los conductores, manteniendo su posición en el centro de la zanja. Se rellenará la zanja hasta 10 centímetros por encima del tubo y se compactará. Por último, se colocarán las placas de identificación de instalaciones enterradas, y se acabará de rellenar y compactar la zanja.

#### *2.4.3.4.9 Puesta A Tierra*

El objetivo de las puestas a tierra (p.a.t.) es limitar la tensión respecto a tierra que puedan presentar las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, disminuyendo lo máximo posible el riesgo de accidentes para personas y el deterioro de la propia instalación.

La p.a.t. es la unión directa de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de p.a.t. se deberá conseguir que en el conjunto de la instalación no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

El dimensionado de la red de tierras de la Instalación se rige, fundamentalmente, por la siguiente normativa:

- Norma NFPA-70, "Código Eléctrico Nacional" (NEC, por sus siglas en inglés)", en su última versión.

En ella se define, entre otras cosas, la formulación para calcular las tensiones de paso y contacto máximas admisibles, tensiones que nunca deben ser alcanzadas en la instalación.

Puesta a Tierra de Protección

La puesta a tierra de protección une con tierra los elementos metálicos de la instalación accesibles al contacto de personas que normalmente están sin tensión pero que pueden estarlo debido a averías, descargas atmosféricas o sobretensiones. Ejemplos de estos elementos serían: módulos fotovoltaicos, estructura del seguidor, la envolvente de la celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, enclosures de baterías, carcasas de los transformadores o armaduras de los edificios.

Se dispondrán las siguientes puestas a tierra de protección interconectadas:

Consulta Pública

- Red General de Puesta a Tierra: Estará formada por un mallado de conductor de cobre desnudo de 35 $mm^2$ que discurrirá enterrado por el fondo de las canalizaciones de BT y MT de la Instalación, a una profundidad no menor de 0.6 m.
- Puesta a tierra del generador fotovoltaico, mediante contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura del seguidor a través de la tornillería.
- Puesta a tierra de la estructura del seguidor a través de la conexión de los pilares extremos de cada seguidor a la red de tierras general usando latiguillos de cobre desnudo de 35 $mm^2$. Además, todos los seguidores de una misma fila irán interconectados entre sí usando latiguillos de cobre aislado de 16 $mm^2$.
- Puesta a tierra de los inversores centrales usando latiguillos de cobre aislado de 35 $mm^2$.
- Puesta a tierra de las Estaciones de Potencia, compuesta de una malla de un conductor de cobre desnudo de 50 $mm^2$ dispuesta bajo la base de la estación de potencia, y enterrada a una profundidad mínima de 0.6 m, que estará unido a la Red General de Puesta a Tierra del Proyecto.
- Puesta a tierra de los gabinetes de baterías, se realizará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

#### *2.4.3.5 Red De Media Tensión.*

##### *2.4.3.5.1 Descripción de la Instalación.*

La totalidad de los transformadores instalados en el Proyecto, se unirán a través de circuitos eléctricos en media tensión, que tendrán como finalidad interconectar dichos transformadores entre sí y, finalmente, con la subestación eléctrica elevadora MT/AT que se construirá en la planta.

Todos los ramales serán soterrados, a excepción del punto de cruce con la Franja de Afectación del Gasoducto, en dicho punto, el tramo será aéreo.

Las líneas de interconexión soterradas utilizarán conductor del tipo Al HEPRZ1 26/45 kV, y estarán dimensionadas para una tensión de servicio de 34.5 kV, 60 Hz de frecuencia de red y nivel de aislamiento de 36 kV, según tablas IEC 60071 de coordinación de aislamiento.

El tramo aéreo se realizará mediante postes tipo celosía con cimentaciones dimensionadas, con altura libre sobre el gasoducto ≥ 6 m y separación horizontal entre postes y ducto: ≥ 3 m.

Junto con el conductor eléctrico se instalará en la misma zanja y los cable aéreos, un tritubo para albergar el conductor de fibra óptica de comunicaciones, y un conductor desnudo de cobre instalado en fondo de zanja, que formará parte del sistema de tierras del parque.

##### *2.4.3.5.2 Criterios De Diseño.*

El cálculo de las secciones de conductor necesarias para cada tramo de circuito de media tensión se ha realizado teniendo en cuenta las siguientes premisas:

Consulta Pública

- Porcentaje de uso del cable 90%. La intensidad de servicio del cable será como máximo un 90% de la intensidad máxima de servicio permanente establecida por el fabricante, habiendo aplicado a este valor los coeficientes de corrección correspondientes.
- Se considera la intensidad de cortocircuito en el cable de manera que no se superen las cifras máximas establecidas por el fabricante, ni para el conductor ni para la pantalla.
- La caída de tensión en cada circuito será como máximo de un 2%. Para este cálculo se considera como resistividad del cable la máxima especificada por el fabricante.
- La pérdida de potencia por circuito será como máximo de un 1%. Para este cálculo se toma como resistividad del cable la máxima especificada por el fabricante.

• Coeficientes de corrección para intensidades admisibles del cable:
  - Tipo de instalación: enterrada, profundidad de 1 metro.
  - Temperatura del terreno: 25°C.
  - Resistividad del terreno: 1.5 °km/W.
  - Canalizaciones en su mayoría con un solo circuito, disponiéndose en ciertos tramos de agrupaciones de varias ternas de cables.

#### *2.4.3.5.3 Trazado De Los Circuitos*

El trazado de los discurrirá a lo largo de los viales de la planta. Por tratarse de zonas de tránsito de vehículos, en los cruzamientos con los caminos interiores del parque los conductores se instalarán en canalización bajo tubo tipo HDPE de 200 milímetros de diámetro, embebidos en concreto para evitar su aplastamiento, incluyendo entre 1 y 2 metros antes y después de la zona del cruzamiento.

La configuración de circuitos se ha analizado en apartados anteriores.

#### *2.4.3.5.4 Características de los Materiales*

En este apartado se recogen las características principales de los cables y accesorios que intervendrán en la construcción de la red eléctrica a 34.5 kV.

Las principales características son:

- Tensión nominal: 34.5 kV.
- Tensión más elevada: 36 kV.
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo: 170 kV.

#### *2.4.3.5.5 Elección del Conductor.*

El cableado a utilizar será de aluminio de tipo unipolar, lo que facilita la ejecución de la instalación al ser más manejables y prácticos para la realización de terminales, empalmes y conectores.

El aislamiento de los conductores será del tipo HEPR (etileno propileno de alto módulo). Este tipo de cableado lleva implícito en su diseño una protección contra el ingreso de la humedad en la pantalla metálica, para lo cual, entre la pantalla semiconductora externa y

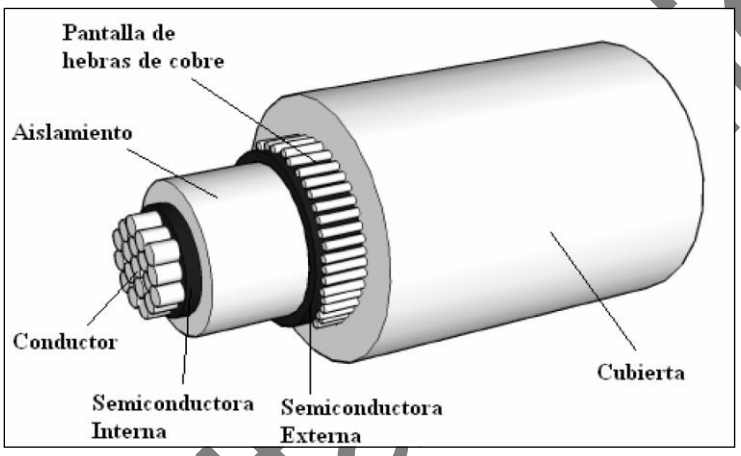
Consulta Pública

la pantalla metálica existen elementos bloqueadores contra la penetración longitudinal del agua en la pantalla.

El aislamiento a base de polímero HEPR es capaz de trabajar a un alto gradiente, lo que significa la necesidad de menores espesores de aislamiento que el EPR. Al poder trabajar a una temperatura de servicio de 105˚C, estos cables tienen la posibilidad de transmitir más potencia que otros tipos de conductores de la misma sección.

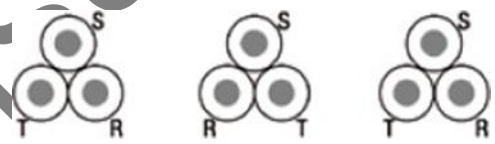
En la figura siguiente se presenta un esquema de las diferentes partes que componen un cable unipolar para líneas subterráneas de media tensión, incluyéndose en apartados posteriores las especificaciones de todos estos elementos.

*Figura 8: Esquema de cable de media tensión.*




Los cables se agruparán en tresbolillo, en ternas dispuestas en un nivel, siguiendo el esquema de colocación de fases como lo siguiente:

*Figura 9: Colocación de cables en tresbolillo.*




La instalación de los conductores a lo largo de todo el trazado se llevará a cabo directamente enterrada o bajo tubo enterrado.

### *2.4.3.6 Accesorios*

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Consulta pública

#### *2.4.3.6.1 Terminaciones*

Las terminales serán de composite y para la tensión nominal que se requiera. Estos terminales tienen el aislador de composite cementado en una base metálica de función que a su vez está soportada por una placa metálica. Esta placa está montada sobre aisladores de pedestal los cuales se apoyan en una estructura metálica. En el externo superior, el arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

Se emplea un cono deflector elástico preformado para el control del campo en la terminación del cable, que queda instalado dentro del aislador. El aislador se rellena de aceite de silicona, que no requiere un control de la presión del mismo.

Este tipo de terminal permite aislar la pantalla del soporte metálico, lo cual es necesario para las conexiones especiales de pantallas flotantes en un externo. Asimismo, se pueden realizar ensayos de tensión de la cubierta para mantenimiento.

La conexión de los conductores a su conector se realiza por manguitos de conexión a presión. La conexión está diseñada para resistir los esfuerzos términos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito.

Las pantallas se conectan a la base metálica, de donde se deriva a conexión a tierra.

#### *2.4.3.6.2 Empalmes*

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas IEC: IEC 60502-4 e IEC 61442.

#### *2.4.3.6.3 Red De Tierra.*

La puesta a tierra de la planta está formada por dos sistemas diferenciados, que en la práctica trabajan en conjunto. Por un lado, se encuentra la puesta a tierra del campo fotovoltaico, ya descrito en apartados anteriores, compuesta por electrodos o picas enterradas en el terreno y acopladas entre sí por medio de conductores desnudos. Por otro lado, se dispone la puesta a tierra de las canalizaciones, compuesta únicamente por un conductor desnudo de calibre 1/0 AWG enterrado en el fondo de las canalizaciones eléctricas de media tensión junto a los conductores, y a lo largo de todo el recorrido de las mismas.

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y puntos intermedios, garantizando de este modo que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

Consulta Pública

*Figura 10: Puesta a tierra de cubiertas metálicas.*



### *2.4.3.7 Derivaciones*

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

### *2.4.3.8 Subestación Elevadora.*

La nueva subestación eléctrica a construir en el Proyecto estará compuesta por dos sistemas de tensión, un sistema de 34.5 kV ubicado en el interior del edificio, con tipología barra sencilla y celdas blindadas, compuesto por una posición de línea por cada circuito de interconexión que se disponga en planta, posiciones de transformador, una posición de servicios auxiliares, una posición de medida de barras, remonte y acoplamiento.

Por otro lado, estará formada por un sistema de 115 kV situado en intemperie, con configuración de doble barra, compuesto por una posición de línea, tres posiciones. La aparamenta de este sistema está compuesta por equipos convencionales y equipos compactos.

En el interior del recinto de la subestación se situará también un edificio de control que contendrá las celdas de MT y una sala de control para los diferentes elementos de la subestación. Además, dispondrá de sala de reuniones, despachos, aseos y almacenes, tanto para residuos como para repuestos.

#### *2.4.3.8.1 Normativa.*

A continuación, se citan las normas y reglamentos que cumplirán las instalaciones:

- IEC 60865 Short Circuit Currents. Corrientes de cortocircuito.
- IEC 60076 Power Transformers. Transformadores de potencia.
- IEC 60137 Bushing for alternating voltages above 1000 V. Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
- IEC 60214 On-load Tap Changers. Cambiadores de tomas.
- IEC 60354 Loading guide for oil-inmersed power transformers. Guía de carga para transformadores de potencia sumergidos en aceite.
- IEC 60551 Measurement of Transformers and Reactors Sound Levels Determinación del nivel de ruido de los transformadores y reactancias.
- IEC 60056: High-voltage Alternating Current Circuit Breakers. Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

Consulta Pública

- IEC 60060: High-voltage Test Techniques. Técnicas de ensayos de alta tensión.
- IEC 60267: Guide to the testing of Circuit Breakers with respect to out of phase switching.
- IEC 60129: Alternating current disconnector (isolator) and earthing switches. Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- IEC 60168: Test on indoor and outdoor post insulators for systems with Nominal voltages greater than 1 000 V. Ensayo de aisladores de apoyo de interior y exterior de cerámica o de vidrio para instalaciones de tensión Nominal superior a 1000 V.
- IEC 60265: High-voltage switches for rated voltage of 52 kV and above. Interruptores de alta tension.
- IEC 60273: Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with Nominal voltages greater than 1000 V. Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión Nominal superior a 1 kV.
- IEC 60186: Voltage transformers.Transformadores de tensión.
- IEC 60156: Method for the determination of electric strength of Insulating oils. Líquidos aislantes. Determinación de la tensión de ruptura dieléctrica a frecuencia industrial. Método de ensayo.
- IEC 60358: Coupling capacitors and capacitor dividers. Condensadores de acoplamiento y divisores capacitivos.
- IEC 60185: Current transformers.
- IEC 60296: Specification for new insulating oils for transformers and switchgear. Fluidos para aplicaciones electrotécnicas. Aceites minerales aislantes nuevos para transformadores y aparamenta de conexión.
- IEC 60099: Surge Arresters. Pararrayos.
- IEC 896 Stationary lead-acid batteries.
- IEC 60947 Low-voltage switchgear and controlgear. Aparamenta de baja tension.
- IEC 60502: Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltage to 30 kV. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas de 1 kV (Um= 1,2 kV) a 30 kV (Um = 36 kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables. Conductores de cables aislados.
- IEC 60540 Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords. Métodos de prueba para revestimientos y aislamientos de cables eléctricos.
- IEC 60230 Impulse test on cables and their accessories. Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.
- IEC 60071 Coordinación de aislamiento.
- IEEE Std 80 Versión 2000. Guide for Safety in AC Substation Grounding. Guía para la Seguridad de puesta a tierra en Subestaciones de C.A.

Consulta Pública

- IEEE Std 738-2006 Calculating the Current-Temperature or Bare Overhead for Conductors.
- NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas.
- NRF-011-CFE-2004 Sistema de Tierra para Plantas y Subestaciones Eléctricas.
- CFE V6700-62-2006 Tableros de Protección, Control y Medición para Subestaciones Eléctricas.
- CFE VY500-16-1982 Criterios Generales de Diseño Eléctrico para los Servicios Propios de Subestaciones de Potencia.
- CFE L0000-06-1991 Coordinación de Aislamiento.
- CFE JA100-65-2011 Cimentaciones para Estructuras de Subestaciones Eléctricas.
- CFE 10100-68-2009 Diseño para Caminos de Acceso a Subestaciones.
- CFE JA100-57-2011 Estructuras Metálicas Mayores y Menores para Subestaciones.
- CFE C0000-44-2011 Estudios Geotécnicos para Ingeniería de Detalle en Subestaciones.
- CFE C0000-13-2011 Edificios y Casetas para Subestaciones Eléctricas.
- CFE C0000-15 Concreto para la Construcción de Estructuras y Cimentaciones de Subestaciones Eléctricas de Potencia y Líneas de Transmisión.

#### *2.4.3.8.2 Emplazamiento.*

La subestación eléctrica quedará emplazada dentro de los terrenos del Área de Proyecto, ocupando una superficie de 2,400 $m^2$ (0.240 ha). La ubicación corresponde a las siguientes coordenadas.

Consulta Pública

*Tabla 17. Coordenadas de ubicación de la SE Elevadora.*

| Coordenadas SE Elevadora | | |
|---|---|---|
| UTM WGS 1984 14Q | | |
| **Vértice** | **Este X*** | **Norte Y*** |
| 1 | 335494.7532 | 2314856.927 |
| 2 | 335528.5341 | 2314906.513 |
| 3 | 335533.2862 | 2314903.276 |
| 4 | 335533.2862 | 2314903.276 |
| 5 | 335533.6994 | 2314902.995 |
| 6 | 335533.6994 | 2314902.995 |
| 7 | 335561.592 | 2314883.993 |
| 8 | 335527.8111 | 2314834.406 |
| 9 | 335501.3648 | 2314852.422 |
| 10 | 335500.6792 | 2314852.89 |
| 11 | 335496.4061 | 2314855.801 |

#### *2.4.3.8.3 Sistema de 34.5 Kv.*

El sistema de 34.5 kV, dispuesto en celdas de interior con tipología de doble barra, estará formado por tantas celdas de línea como circuitos de interconexión haya en la planta, además de las celdas de transformador, servicios auxiliares, medida, acoplamiento y remonte.

Las celdas serán blindadas, y se instalarán en el interior del edificio de celdas y control, en una sala adecuada a tal efecto.

Las características principales de las celdas de interior serán:

- Tensión Nominal red: 34.5 kV.
- Tensión Nominal celda: 36 kV.
- Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo: 170 kV.
- Intensidad Nominal en barras: 1600 A.
- Intensidad Nominal derivaciones de líneas y ss.aa: 1250 A.
- Intensidad Nominal de corte de cortocircuito: 25 kA.
- Capacidad de cierre de cortocircuito, valor cresta: 63 kA.
- Intensidad Nominal de corta duración, 3 s: 25 kA.
- Resistencia a arcos internos, 1 s: 25 kA.
- Tensión de mando motor: 220 Vca.
- Grado de protección componentes de alta tensión: IP65.
- Grado de protección cubículo de baja tensión: IP30.

#### *2.4.3.8.4 Sistema de 115 Kv*

El sistema de 115 kV, dispuesto en el exterior con tipología convencional de doble barra, estará formado por una posición de línea, tres de transformador junto con las de medida, acoplamiento y remonte.

Las características del sistema de 115 kV se muestran a continuación:

Consulta Pública

- Tensión Nominal del sistema: 115 kV.
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 60 Hz: 502 kV.
- Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo: 1,050 kV.
- Intensidad Nominal en barras: 1,600 A.
- Intensidad Nominal derivaciones de líneas u ss.aa: 1,250 A.
- Intensidad Nominal de corte de cortocircuito: 100 kA.
- Capacidad de cierre de cortocircuito, valor cresta: 150 kA.
- Intensidad Nominal de corta duración, 3 s: 100 kA.
- Resistencia a arcos internos, 1 s: 100 kA.
- Tensión de mando motor: 220 Vca.
- Grado de protección componentes de alta tensión: IP65.
- Grado de protección cubículo de baja tensión: IP30.

#### *2.4.3.9 Instalaciones Generales*

##### *2.4.3.9.1 Cerramiento (Vallado)*

Con objeto de disuadir e impedir el acceso de cualquier intruso a la subestación, las instalaciones de la misma estarán protegidas en todo su perímetro por un vallado exterior. Las funciones principales del mismo serán:

- Evitar que personas ajenas a la instalación lleguen a aproximarse a elementos en tensión, protegiendo así su integridad física.
- Proteger las instalaciones de posibles daños intencionados.
- Evitar posibles robos en las instalaciones.

El vallado estará compuesto por postes metálicos de tubería de acero reforzado galvanizados de sección circular y una malla también metálica galvanizada de simple torsión de 2.4 metros de altura. Para obtener una óptima fijación del citado vallado, cada poste se fijará sobre un murete de bloques prefabricados de hormigón que se construirá alrededor de toda la plataforma de la subestación, el cual se fijará a su vez sobre un dado de hormigón que se embeberá en el terreno. Esta cimentación contará con unas dimensiones aproximadas de 0.4 metros de anchura y 0.8 metros de altura.

Se montarán tornapuntas de fijación, constituidas por tubo de acero reforzado y galvanizado cada 27 metros, así como en las esquinas y en los cambios de dirección del cerramiento, las cuales quedarán fijadas a postes con patillas de fijación galvanizadas.

Para permitir el acceso al recinto se dispondrá una puerta de doble hoja con un acceso de al menos 6 metros de anchura, dotada de tren de rodadura para deslizamiento sobre carril de guía, así como de los dispositivos necesarios para su apertura y cierre automáticos.

Esta puerta estará formada por un enrejado de tubos metálicos rectangulares montados sobre marco también de tubo rectangular, todo ello galvanizado.

Completará el sistema de acceso una puerta de entrada de personal, de las mismas características constructivas que la anterior, pero de apertura y cierre manual, de 1 metro de anchura.

Consulta Pública

#### *2.4.3.9.2 Sistema de Monitorización y Control*

El sistema de monitorización y control de la Planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control del proyecto, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas de la Instalación.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, es decir, Supervisión, Control y Adquisición de Datos) no es una tecnología concreta sino un tipo de aplicación. Cualquier aplicación que obtenga datos operativos acerca de un "sistema" con el fin de controlar y optimizar ese sistema es una aplicación SCADA.

El sistema integra la información procedente de los componentes suministrados por diferentes contratistas, permitiendo la operación y monitorización global del funcionamiento de la Planta, la detección de fallos y modificaciones del funcionamiento de los distintos componentes.

El sistema de Control y Monitorización permitirá supervisar en tiempo real la producción del proyecto, permitiendo atender de forma inmediata cualquier incidencia que afecte o pueda afectar a la producción y permitiendo la optimización de la capacidad productiva al operador. Para ello se basa en los datos que obtiene de los distintos componentes, entre otros:

- Inversores: Envían al sistema de control las variables de entrada y salida del inversor, las cuales permiten evaluar el funcionamiento del equipo.
- Estaciones Meteorológicas.
- Remotas de Adquisición de E/S de cada Estación de Potencia.
- Medidores de Facturación.
- Sistema de accionamiento de los trackers.
- Sistema de seguridad.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario. En principio se encontrará integrado en los inversores, si bien se dispondrá de un sistema adicional centralizado de monitorización de todo el proyecto ubicado en el centro de control.

El SCADA debe estar preparado para comunicar por Ethernet con terceras partes mediante el Protocolo IEC- 60870-5-104 (perfil de interoperabilidad). Debe existir más de una tarjeta de red para facilitar el acceso de datos a distintos equipos / subredes.

Para el listado de señales a trabajar, los estados deben tratarse como señales dobles; asimismo debe tenerse en cuenta que la comunicación con el otro extremo es con equipos redundantes, dos IPs con las cuales comunicar.

El SCADA debe permitir realizar control remoto sobre el mismo desde cualquier lugar con conexión con la Planta a través de los programas convencionales (p. ej., VNC). Además, debe permitir mostrar los esquemas unifilares y posibilitar la realización de mandos, y permitir la visualización del registro histórico, de la lista de alarmas activas y de la pantalla de mantenimiento. También deberá poder realizar la comunicación directa con los equipos y relés a nivel de "protección" para análisis de eventos, informes de faltas, ajuste de señales/oscilaciones y pruebas de disparos.

Consulta Pública

Todos inversores contarán con un software de monitorización que permita monitorizar y controlar las variables de funcionamiento internas de los inversores en tiempo real a través de Internet.

#### *2.4.3.9.3 Estaciones Meteorológicas*

El Proyecto contará con al menos dos (2) estaciones meteorológicas con la capacidad de adquirir al menos los siguientes datos meteorológicos: irrandiancia global horizontal (GHI) e inclinada (GTI), temperatura de panel fotovoltaico, temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento, cantidad de precipitaciones y humedad.

Cada estación meteorológica deberá disponer como mínimo de los siguientes instrumentos:

- 1 piranómetro para medir la GHI.
- 1 piranómetro para medir la GTI.
- 2 células calibradas para medir la GTI, una de las cuales se limpiará continuamente y otra de ellas con la frecuencia que se limpien los módulos fotovoltaicos, para medir el efecto de la suciedad.
- 2 sensores de temperatura PT100 para medir la temperatura de dos módulos fotovoltaicos.
- Anemómetro.
- Termohigrómetro.
- Datalogger.

Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración, y los sensores tendrán la mayor precisión disponible en el mercado, no presentando en ningún caso un error en las medidas mayor que el 3%

Las estaciones meteorológicas estarán conectadas a la red de SSAA para asegurar la continuidad en el suministro de energía, evitando pérdida de datos por descarga de las baterías.

Las comunicaciones se realizarán mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

#### *2.4.3.9.4 Almacén y Edificio de Control*

El Proyecto tendrá una sala de control y un edificio de oficinas, así como un edificio para el almacenamiento de repuestos y documentación. Dichos edificios serán permanentes y se utilizarán durante toda la vida útil del proyecto, conformando el área de Operación y Mantenimiento (O&M).

El edificio de control deberá cumplir con las normativas de construcción locales, y contando, al menos, con las siguientes habitaciones (en una sola planta baja):

- Oficina del propietario
- Oficina del contratista/operador
- Oficina de SCADA
- Sala de reuniones
- Comedor
- Sala de comunicaciones
- Caseta de seguridad

Consulta Pública

- Estacionamiento para vehículos

En cualquier caso, el edificio estará equipado con:

- Instalaciones eléctricas e iluminación
- Sistemas de detección y extinción de incendios
- Sistema anti-intrusión
- Sistemas de ventilación y aire acondicionado
- Sistema sanitario

El almacén de repuestos deberá contar al menos con las siguientes áreas:

- Área de recepción de carga
- Área de estanterías
- Almacenamiento de productos químicos y líquidos inflamables

Los pisos de los edificios serán de hormigón pintado de alta calidad, pulido y no absorbente. Los edificios tendrán todos los elementos necesarios para la accesibilidad de personas con discapacidades físicas o problemas de movilidad

#### *2.4.3.9.5 Servicios Auxiliares*

La función de los Servicios Auxiliares de corriente alterna del proyecto es la de garantizar el suministro de energía eléctrica en baja tensión necesario para la explotación, seguridad y mantenimiento de la instalación. La energía necesaria será aportada por la misma Planta cuando se encuentre en funcionamiento y por la red en las horas en las que se encuentre fuera de servicio.

Cada centro de transformación contará con un cuadro eléctrico para servicios auxiliares. En este cuadro general se instalarán las salidas y protecciones para los diferentes circuitos: circuitos de iluminación, tomas de fuerza, cuadros de monitorización, cuadros auxiliares, etc. Estará dimensionado, además, con salidas de reserva para posibles ampliaciones. Todos los circuitos se protegerán adecuadamente con un interruptor automático y un interruptor diferencial, si es necesario.

Para las líneas de alimentación de corriente alterna en baja tensión se utilizará cable de cobre RV-K 0.6/1 (1.2) kV AC con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) a 90ºC. La sección del conductor se elige teniendo en cuenta los siguientes criterios: intensidad de cortocircuito, intensidad máxima admisible y caída de tensión.

#### *2.4.3.9.6 Apartamenta Eléctrica*

La superficie de alta tensión de la subestación quedará ubicada en el interior del vallado metálico interno. La instalación cumplirá la normativa referente al diseño y coordinación de la operación de los sistemas eléctricos que operen interconectados.

#### *2.4.3.9.7 Obra Civil*

La subestación contará con un camino de circunvalación alrededor de los patios de potencia y maniobra, de forma que sea posible también el acceso con vehículo a las zonas de los edificios de control y celdas, facilitándose así todas las labores de montaje, puesta en

Consulta Pública

marcha y mantenimiento de los equipos durante la posterior etapa de explotación del parque fotovoltaico.

Además contará con cimentaciones para soportes de aparellaje, que soportan las acciones que les transmiten las estructuras metálicas, cimentaciones de los transformadores de potencia y vías de rodadura, vigas elásticas apoyadas en el terreno, dispondrá de un sistema con la capacidad necesaria para el drenaje superficial de la plataforma y de la superficie de las carreteras y viales, un pozo de recogida de aceite, y una red de tierras, que se instalará un mallado de tierras en el terreno de la subestación, uniendo esta red con la existente en el parque para formar una única red de tierras. La red de tierras será una malla enterrada de cable de cobre de 70 $mm^2$, formando una retícula y dimensionada para dispersar la máxima corriente de fallo. Todas las estructuras metálicas que se instalen en el parque se conectarán a la red de tierras.

#### *2.4.3.10 Sistema de Seguridad*

La Instalación contará con un sistema de seguridad perimetral cuya función principal será proteger el interior de la Planta fotovoltaica como el sistema de almacenamiento de energía (BESS) de cualquier intrusión no deseada, y estará compuesto por los siguientes elementos:

- Sistema de control de acceso: En cada una de las puertas de acceso a la Planta fotovoltaica se instalará un sistema de control de acceso compuesto por dos lectores de proximidad, uno exterior (de entrada) y otro interior (de salida) que indicarán al sistema respectivamente la entrada y salida de personas del recinto de la Instalación.
- Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) con cámaras que permitan la vigilancia en tiempo real y en alta definición de todo el perímetro de la Instalación, contando con sistema de grabación de vídeo incorporado.
- Cámaras térmicas con sistema de detección de movimiento.
- Monitoreo y alarmas en las puertas de acceso a las Estaciones de Potencia o cualquier otro Edificio de la Instalación.

El sistema de cámaras estará concebido de tal manera que en el mismo pueda habilitarse un barrido de toda la extensión de la Planta, con detector de movimiento configurable. Dicho sistema será autónomo y será gestionado por un servidor web integrado o sistema equivalente.

Todos los canales de CCTV irán grabados sobre disco duro, y el conexionado de los equipos grabadores será IP.

Las cámaras de vídeo serán de tipo térmicas analógicas, las cuales se convertirán en digitales para poder transmitir la señal a través de fibra óptica. Serán de uso exterior, térmicas con lente de 10° de abertura y 19, 24 o 50 mm de longitud focal.

Serán válidas para instalaciones exteriores, a prueba de corrosión, agua, polvo y empañamiento de la lente. Se instalarán en lugares altos, quedando a una altura sobre el nivel del suelo que sea suficiente para evitar obstáculos.

Consulta Pública

Todas las cámaras se suministrarán con sus respectivas licencias o una licencia general para todo el conjunto de cámaras.

El Sistema de Seguridad deberá tener alimentación auxiliar desde un sistema SAI/UPS con capacidad para suministrar la energía necesaria al menos 2h, y deberá permitir conectarse de forma remota a través de IP para visualizar todas las cámaras de la instalación en tiempo real.

El propio sistema será el encargado de gestionar automáticamente las señales de alarma, comprobando en primer lugar si se trata de una alarma no deseada. En caso de intrusión, el sistema enviará una señal de aviso

al centro integral de seguridad y al responsable de la instalación, que procederá a su verificación, y avisando si procede a las fuerzas de seguridad, bomberos, etc.

Durante la construcción se estiman necesarias medidas adicionales de seguridad mediante vigilancia permanente.

#### *2.4.3.11 Caminos Interiores Y Acceso*

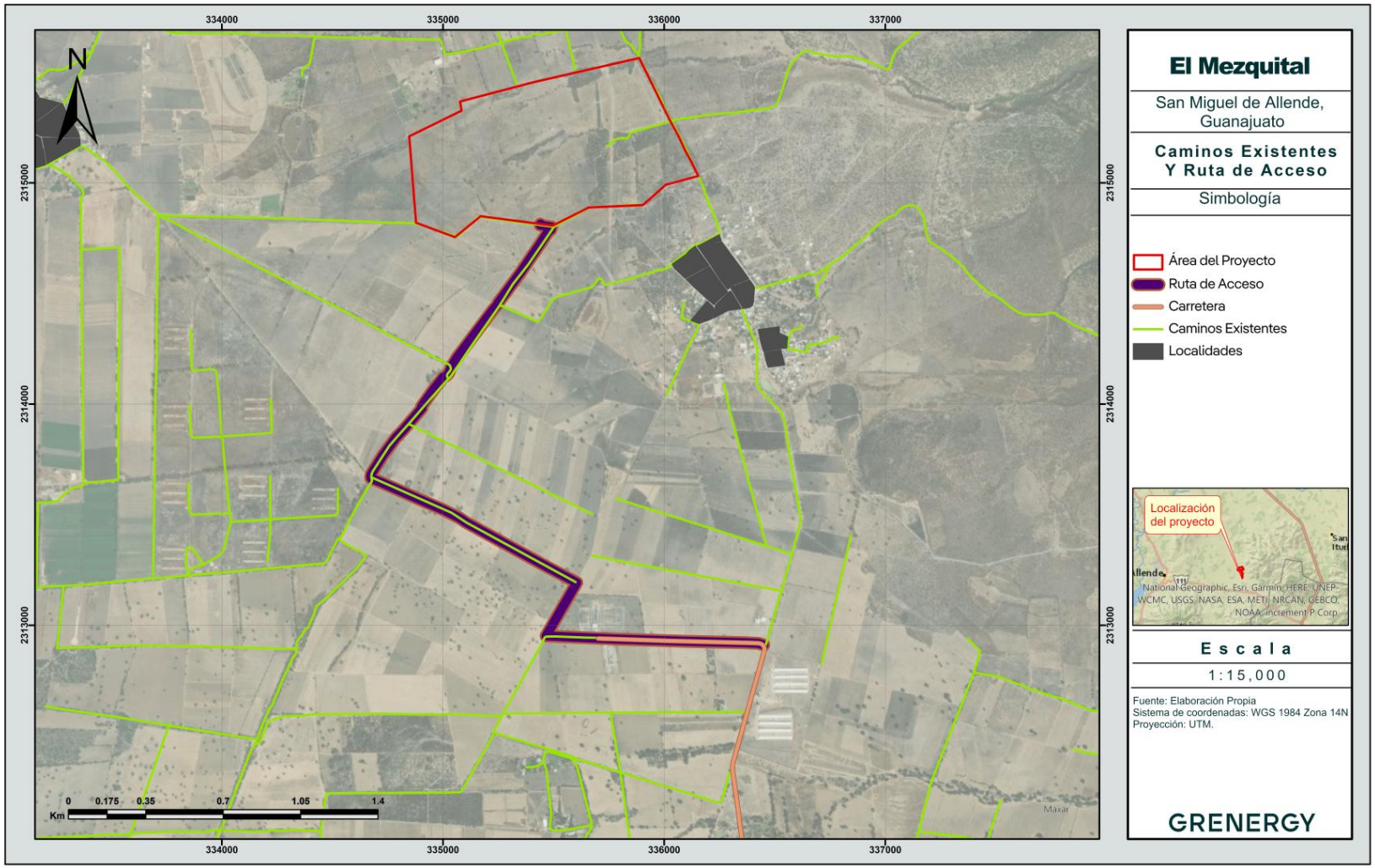
Con respecto al acceso al Proyecto, este se realizará a través de caminos existentes que conectan la carretera Federal 111 San Miguel de Allende - Buenavista con San Antonio del Varal. Por ello, no será necesaria la apertura de nuevos caminos, ya que solo se realizarán las adecuaciones y rehabilitaciones pertinentes para facilitar el ingreso de los Vehículos y maquinaria hacia el Área del Proyecto.

Para la viabilidad interior, se hace necesaria la construcción de una red de caminos de acceso e internos. En total, se construirá una red vial que ocupa un área de 42,555 $m^2$ (4.256 ha), donde el ancho de las vías será aproximadamente de 5 m. Para la construcción de la red, se realizarán las siguientes acciones:

- Barrido: previo a la realización de la capa de rodadura se realizará un barrido del camino.
- Capa de regularización: se realizará una primera pasada de regularización, bacheo y rasante del camino.
- Capa de rodadura: acabado superficial con zahorras de espesor de 15 cm aportadas y mezcladas con las ya existentes.
- Distancia a estructuras rígidas: se guardar una distancia de 1 metro mínimo desde el borde de la cuneta hasta cualquier estructura rígida o plantación de cultivos existentes.
- Bacheado: se realizará la reparación de todos los baches mediante mezcla de zahorra compactada quedando exento del uso de asfalto de cualquier tipo o emulsiones bituminosas.

Consulta Pública

*Mapa 8: Caminos Existentes y Ruta de Acceso.*



### *2.4.3.12 Sistema De Almacenamiento De Energía (BESS)*

El Sistema de Almacenamiento BESS estará compuesto por 8 contenedores que estarán distribuidos en 4 centros de transformación y cada contenedor contará con 2 inversores.

Cada Contenedor se conectará mediante circuitos corriente directa hasta los centros de transformación, donde se transformará la corriente continua en corriente directa, y posteriormente a través de los transformadores ubicados en los centros de transformación se elevará el nivel de tensión de 660 V a 34,5 kV. La energía se transportará a las celdas de media tensión dedicadas para el BESS ubicadas en la sub0estación elevadora mediante circuitos de media tensión directamente enterrados.

**Unidades De Almacenamiento**

Las unidades de Almacenamiento contienen los racks de baterías del BESS y toda la electrónica y equipos de protección para asegurar la correcta y segura operación del sistema.

Características Eléctricas:

Se utilizarán los equipos del fabricante Huawei, modelo LUNA2000-4472-2S, o similar con las siguientes características:

- Potencia Nominal de BESS 8.53 MW nominal.
- 3 horas continuas de duración del Sistema BESS
- Capacidad nominal de conjunto de 25.59 MWh
- 8 inversores
- 8 Contenedores
- 4 Centros de Transformación

*Figura 11: Unidad de Almacenamiento de Energía.*



**Sistema De Conversión De Potencia (PCS)**

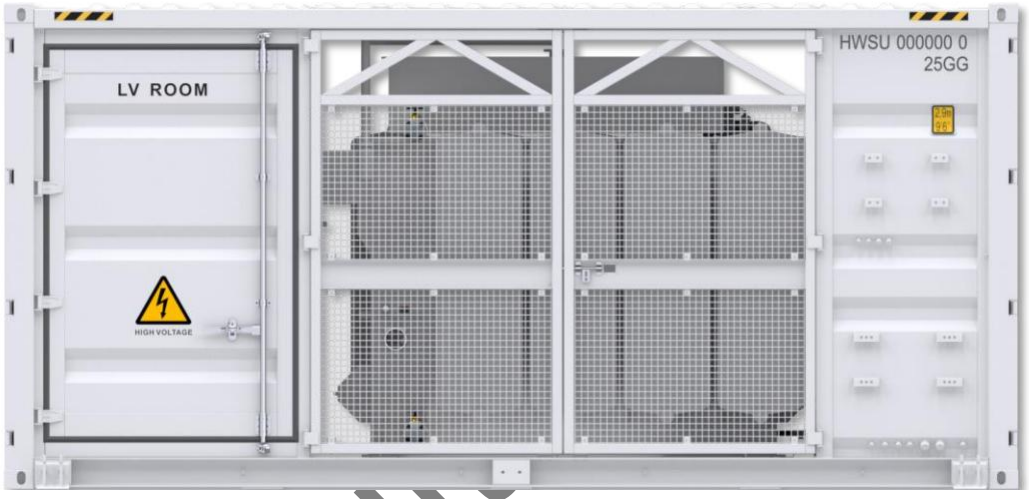
Las unidades de conversión contienen la electrónica de potencia encargada de convertir la corriente continua de las unidades de almacenamiento en alterna, compatible con la red eléctrica del Proyecto. De igual manera los PCS son capaces de cargar las unidades de

Consulta Pública

almacenamiento, convirtiendo la corriente alterna proveniente del parque en continua compatible con las baterías.

- Se utilizarán inversores Huawei, modelo LUNA2000-213KTL, o similar.
- Inversores DC/AC 3,300 kVA @40°C / 3,025 KVA @50°C
- Certificación: CE, IEC 62277-202, IEC 60076, IEC 62271-200.
- Transformadores (ONAN) 35 kV Dy11
- Contenedores construidos específicamente para aplicaciones de BESS con medidas: 6058 x 2,896 x 2,438 mm.
- Peso aproximado: 23 t.

*Figura 12: Sistema de Conversión de Potencia (PCS).*




## Unidad De Control

La unidad de control PCS supervisa y coordina la operación de todo el sistema BESS en su conjunto, permitiendo el control automático a través de la parametrización previa o el control manual del sistema a través del SCADA del parque solar.

## Grupos De Almacenamiento y Sistema Completo

El Grupo de Almacenamiento estará formado por 8 contenedores, los cuales se interconectarán a través de cableado a 34,5 kV, los circuitos a 34,5 kV enlazarán los PCS del sistema completo y llegarán hasta las celdas de interconexión de la subestación transformadora del Proyecto.

El Sistema Completo será capaz de suministrar 25.59 MWh durante 3 horas continuas, en el punto de interconexión. De forma límite, podría suministrar la energía almacenada en un tiempo mínimo de 2 horas.

El acceso a las baterías y otros equipos contenidos en el gabinete es posible a través de una serie de puertas instaladas a lo largo del contenedor. Los contenedores ofrecen una

Consulta

clasificación de protección de ingreso IP55 o superior y están diseñados para resistir pruebas de lluvia UL 50E e IEEE C37.20.2. Todos los contenedores de baterías están equipados con sistemas de enfriamientos completamente redundantes, así como sistemas de extinción de incendios. Los contenedores de almacenamiento pueden instalarse en cimientos, losas, dalas o incluso grava. Los contenedores de almacenamiento y PCS de cumplen con el Código Internacional de Construcción.

El trasporte de los componentes del sistema se simplifica enormemente a que los gabinetes de los equipos son contenedores estándar, así que toda la infraestructura de transporte es compatible sin mayores cambios.

### Sistema De Control y Modos De Operación

Una vez instalado, el sistema de almacenamiento tendrá la capacidad de ejecutar las siguientes funciones:

- Servicios de potencia activa: Regulación de frecuencia, respuesta en frecuencia, limitación de picos (peak shaving), firming, reducción de restricciones (curtailment), despacho programado, control de rampa, comandos remotos de potencia, comandos programados de potencia, gestión del estado de carga.
- Servicios de potencia reactiva: control de voltaje, droop de voltaje, control de factor de potencia, control de VAR.

Despacho programado – La programación de carga y descarga del sistema BESS puede ser programada por horarios, directamente en el panel de control o por medio de un comando remoto.

Firming – El controlador de planta (PC) de manera automática carga y descarga el BESS para garantizar un objetivo predeterminado de potencia en el punto de interconexión, con una banda muerta ajustable.

Reducción de restricciones (Curtailment) – Cuando una planta generadora de energía intermitente tiene la capacidad de generar energía, pero a su vez tiene una restricción de generación (límite de potencia en el punto de generación y/o una orden de restricción de generación por parte del operador de la red eléctrica), el BESS podrá absorber la energía excedente. En horarios de baja generación, el BESS es capaz de liberar la energía acumulada, evitando así de manera efectiva la pérdida de energía.

Gestión del estado de carga – El PC cargará o descargará el BESS basado en el estado de carga de las baterías, promoviendo una mayor vida útil para el sistema.

El PC está diseñado para interactuar con el sistema SCADA de la planta comunicando parámetros importantes, notificaciones del sistema y avisos de alarma, así como habilitando el control operacional. El PC integrará el control y la comunicación de los múltiples bloques de corriente alterna y continua con sus inversores asociados, así como el sistema de almacenamiento completo, unidades de almacenamiento, PCSs y Grupos de Almacenamiento.

Consulta Pública

Cada batería está equipada con un sistema de gestión (BMS) que supervisa y mantiene la batería para un rendimiento óptimo de acuerdo parámetros de control del sistema. El BMS controla y protege la batería, y transmite información para monitorear el estado de la batería: controla la temperatura de las celdas, mide los parámetros de voltaje y corriente e informa sobre el estado de la batería. El BMS puede abrir contactores para aislar eléctricamente un módulo de batería con fallas del resto, cuando las condiciones de funcionamiento mejoran o cuando el estado de la batería vuelva a la normalidad, el BMS volverá a conectar el módulo al resto del rack. Además, cada BMS también incluye un fusible que puede proteger contra eventos de sobre-corriente si pudiesen afectar el control de la batería por parte del BMS.

El PC se puede integrar al sistema SCADA de la planta principal por medio de un protocolo de comunicación. Además, el PC puede funcionar como la interfaz principal para monitorear toda la información del sistema, comunicarse con ubicaciones remotas, realizar servicios de red, proporcionar datos para las unidades HMI y SCADA.

### Sistema De Prevención De Incendios.

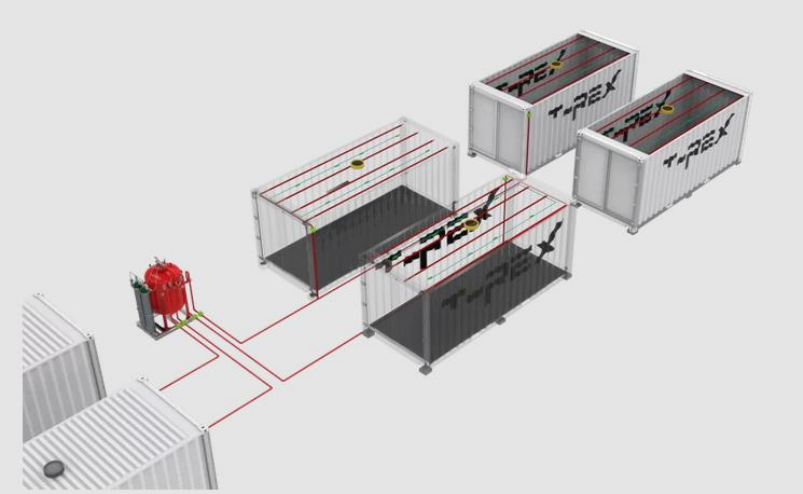
Para el sistema de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS), se instalará un sistema de prevención de incendios que cumplirá con las siguientes medidas para minimizar el riesgo de incendio en el BESS y sus consecuencias:

- Las salas y los edificios de BESS serán de uso exclusivo, es decir, no se utilizarán para ningún otro fin y solo podrán acceder a ellos quienes estén obligados a operar, mantener, probar o inspeccionar el equipo de BESS.
- Los sistemas BESS deben ubicarse en contenedores o recintos no combustibles al menos a 3 metros de otros equipos, edificios, estructuras o almacenamientos. Esta distancia sólo se reducirá cuando se instale una barrera contra incendios adecuada (con una resistencia al fuego mínima de 1 hora) entre la unidad BESS y los edificios/estructuras expuestas, las superficies expuestas (por lo general, paredes expuestas) sean resistentes al fuego y ciegas (es decir, sin aberturas), o los cerramientos del BESS estén construidos con paredes y techos ciegos resistentes al fuego.
- Los contenedores u otros recintos utilizados para albergar el equipo BESS no deberían exceder las dimensiones de los contenedores (dimensiones máximas, 16,2 m de largo, 2,6 m de ancho, 2,9 m de alto).
- Los sistemas BESS deberían estar al menos a 15 metros de las entradas de aire del sistema de climatización del edifico del edificio.
- Cuando no se pueda evitar la instalación de equipos BESS en locales que formen parte de edificios con otros usos, estos deberían estar separados de otras áreas por una construcción resistente al fuego durante un mínimo de 2 horas.
- Dentro de los contenedores estarán instalados los siguientes sistemas:
- Sistemas de detección de incendios: Sensores de humo y temperatura que permiten una respuesta rápida ante posibles incidentes.

Consulta Pública

- Extinción de incendios: Sistemas de supresión diseñados específicamente para baterías de ion-litio, como agentes químicos o sistemas de agua nebulizada.
- Gestión térmica: Mecanismos de refrigeración para evitar el sobrecalentamiento de las baterías.
- Sistema de gestión de baterías (BMS): Monitorea el estado de las baterías y previene condiciones peligrosas como sobrecargas o cortocircuitos.

*Figura 13: Ejemplo Sistema De Prevención De Incendios.*



Consulta

### 2.4.4 Programa de Trabajo

El proyecto se desarrollará en las siguientes etapas:

Preparación y construcción - Para la cual se estima un plazo de 24 meses.

Operación y Mantenimiento - Para lo cual se estima un plazo de 30 años. La vida útil del proyecto puede extenderse con las medidas de mantenimiento que se implementen a lo largo de estas etapas.

| Actividad | Meses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Años | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 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 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 30 |
| **Etapa de preparación** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obtención de permisos y tramites | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Programa de Vigilancia Ambiental | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X |
| Señalización | | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colocación del cerco o valla provisional | | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Desmonte y Despalme del terreno** | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limpieza del terreno | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vallado Perimetral | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Etapa de Construcción** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Ingeniería de detalle** | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Obra Civil** | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Adecuación Acceso principal** | | | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Viales internos | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sistema de drenaje | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zanjas de Media y Baja Tensión | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación Mecánica y Eléctrica | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje de seguidores | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Montaje de módulos Fotovoltaicos** | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Instalación eléctrica de Baja Tensión** | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centros de transformación e inversores | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Instalación de BESS** | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Instalación eléctrica de Media Tensión** | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Edificio de Control y Almacén | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sistema de monitorización y control | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Sistema de seguridad y videovigilancia** | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Puesta en Marcha | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pruebas en frio | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Puesta en marcha** | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pruebas en caliente | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Etapa de Operación y Mantenimiento** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Producción de energía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

Consulta Pública

### 2.4.5 Preparación del sitio y construcción

Las obras y actividades que se mencionan a continuación en este documento formarán parte de ambas fases del proyecto.

#### *2.4.5.1 Etapa de Preparación*

De manera general, la preparación del terreno consistirá en el retiro de cualquier elemento de basura, escombro o residuos y el retiro de la vegetación presente (desmonte). Para esto se procederá de forma que se extraigan y retiren de las zonas indicadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del Proyecto.

La ejecución de esta etapa incluye las actividades siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo
- Demolición de edificios o posibles estructuras existentes en el terreno y posterior transporte de los escombros a vertedero.
- Remoción de los primeros 10 – 30 cm de terreno de la capa superficial en aquellas zonas donde sea necesario realizar movimientos de tierras.

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Los trabajos de sustracción se efectuarán con las debidas precauciones para lograr las condiciones de seguridad adecuadas y, así, evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a setenta y cinco centímetros (75 cm) por debajo de la rasante.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según sea previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre cada caso.

Una vez finalizada la preparación del terreno, a partir del plano topográfico del terreno, y evitando lo máximo posible el desplazamiento de tierras, se hará el movimiento de tierras según corresponda.

A continuación, se describe a detalle y en orden de sucesión, las actividades de la etapa de Preparación:

***Topografía***

Consulta Pública

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la Instalación sobre el terreno para delimitar los límites del Proyecto, los viales de acceso, vallado y ubicación de las cimentaciones de la estructura.

El contratista principal tendrá que aprobar el replanteo topográfico de los terrenos antes de los inicios de los trabajos y servirá de base topográfica para la cuantificación de estos; dichas aprobaciones se sucederán en las etapas de inicio y final de los periodos de desbroce, excavación y rellenos.

La realización del levantamiento se basará en las coordenadas de al menos dos vértices geodésicos o antenas “Global Navigation Satellite System” (GNSS) para la determinación de sus tres coordenadas del sistema oficial de referencia. Para determinar las alturas ortométricas, se deben conectar a al menos otros dos niveles de puntos, si no se proporciona un modelo gravitacional que asegure una precisión absoluta “H” menor de 10 cm.

Estas bases se presentarán en los planes de levantamiento y se construirá de manera que se asegure su permanencia y que no estén colocadas en terrenos agrícolas o en lugares con riesgo de desaparición o cualquier tipo de movimiento. Se debe asegurar que las bases estén ubicadas en un área protegida de daños mecánicos y perturbaciones electromagnéticas, donde prevalecerá el patrón de sostenibilidad.

***Limpieza***

Como primera actividad, se realiza el retiro de cualquier tipo de basura que pudiese encontrar en el sitio, a fin de que el material resultante del retiro de la maleza y despalme, se encuentre lo más limpio posible para poder ser utilizado.

La basura recolectada, se clasifica de acuerdo a sus características y se dispone en los sitios que se destinarán para ello, para, posteriormente ser dispuesta confirme a la normatividad aplicable.

***Desmonte***

Debido a que en el AP se encuentra la presencia de vegetación considerada como forestal, será necesario realizar el desmonte, siempre en apego a lo que la respectiva Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (ACUSTF) dictamine. El retiro de la vegetación se realizará de manera manual y mecánica con maquinaria pesada. En ningún caso se utilizarán sustancias químicas, explosivos o fuego para dicha actividad. Los residuos vegetales generados por esta actividad se trasladarán a un sitio de confinamiento temporal para ser triturado, mezclado y posteriormente utilizado en las actividades de Reforestación

***Despalme***

Una vez retirada la basura y la vegetación, se procede a retirar la capa fértil del suelo a una profundidad aproximada de 30 cm. Para ello, se emplea el uso de maquinará que irá levantando el suelo fértil y acomodándolo en sitios libres, al interior del predio, para que no interfiera con las actividades y pueda ser utilizado después.

***Movimiento de Tierras***

Consulta Pública

Posterior a estas actividades, y con ayuda de levantamiento topográfico, se procede a colocar las señalizaciones correspondientes (mojoneras) para dar inicio con la nivelación y compactación del terreno. Además, durante este paso, se realiza el marcado de las áreas en las que se instalará la infraestructura del Proyecto.

En caso de ser necesario, para la nivelación y relleno del terreno, se empleará material proveniente de Bancos de Material Geológico debidamente autorizados. El Proyecto no considera la apertura de nuevos Bancos de Material Geológico.

Se deberá distinguir entre los movimientos de tierra necesarios para:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación de áreas de seguidores solares con pendientes superiores a los límites del seguidor, reduciéndolos al mínimo indispensable.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas destinadas a las estaciones de potencia, edificio de control y almacén, así como de otras zonas que lo pudieran requerir.

***Apertura de Zanjas***

Las zanjas serán de 300 a 2,000 mm de ancho y de 600 – 1,400 mm de profundidad, formado por una capa de arena cribada de 200 mm, una capa de profundidad variable formada por material de banco en capas de 200 mm máximo y compactado al 95% de su peso volumétrico seco máximo y una capa final de 300 mm de material propio de excavación.

***Programa de Vigilancia Ambiental.***

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), es el documento rector que recoge todas las buenas prácticas ambientales, las medidas de mitigación y los parámetros de Supervisión Ambiental que regirán el desarrollo del Proyecto. La finalidad de este Programa es la de garantizar la adecuada mitigación de los impactos y, por ende, la viabilidad ambiental del Proyecto. El PVA se comenzará a aplicar desde la Etapa de Preparación, hasta la Etapa de Operación y Mantenimiento (ver anexo capítulo 6).

***Señalización.***

Toda actividad y procedimiento en obra será señalizada de acuerdo con la normativa vigente.

En las charlas diarias de seguridad se reforzará el significado de las señalizaciones que pudiesen no tener un claro entendimiento visual, a fin de que el trabajador sea consciente de posibles peligros por desconocimiento de estas.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.

La señalización por color referida anteriormente se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo:

Consulta Pública

- Desde que se comienza una obra de construcción se deberá tener en cuenta lo siguiente:
- Colocar la señal adecuada, en el lugar adecuado y justo el tiempo necesario.
- Comprobar que es posible cumplir y hacer cumplir con lo que indica la señal.
- Cuidar y mantener las señales en condiciones limpias.

***Colocación del Vallado.***

Se colocará un vallado metálico para evitar la entrada de personas ajenas al proyecto, para su protección y delimitación. El vallado estará formado por postes tubulares con tapón metálico, protección de aguas, 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 una puerta para la entrada y salida de personas y material al proyecto.

La distancia mínima entre seguidores y el vallado perimetral será de 5 metros.

### *2.4.5.2 Obras y Actividades Permanentes del Proyecto.*

La infraestructura por instalar de forma permanente es:

- Vallado para delimitación del área del proyecto
- Cimentaciones de los paneles solares
- Paneles solares
- Red subterránea de Media Tensión
- Estaciones de Media Tensión
- Caminos interiores
- Subestación Elevadora
- Adecuación de Camino de Acceso
- Edificio de Monitorización y Control
- Área de Oficinas

### *2.4.5.3 Obras y Actividades Temporales del Proyecto.*

Incluye los trabajos de preparación y adecuación de obras temporales conocidas como instalaciones provisionales. Se denominarán instalaciones provisionales a aquellas que sean necesarias para poder llevar a cabo, con las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos para la construcción de la Instalación Fotovoltaica, los trabajos para la Instalación de almacenamiento y que una vez que hayan sido realizados, serán retiradas en un período de tiempo definido, generalmente corto. Estas instalaciones provisionales, contendrán:

- Área de Oficinas, que incluye:
  - Oficinas de obra: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones de acuerdo con las necesidades de los contratistas. Incluirán salas de reuniones.
  - Centro de Primeros Auxilios.

Consulta Publica

        - Vestuarios y áreas de aseo: Incluyen baños y aseos para el personal de obra habilitados en contenedores metálicos prefabricados o similar.
        - Comedor con cocina: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones en función del número de trabajadores y las exigencias de la normativa nacional.
        - Áreas de descanso.
    - Estacionamientos: para vehículos y maquinaria de obra.
    - Área de control a los accesos al área de campamento.
    - Zonas de descarga de material.
    - Almacén de materiales y herramientas / taller de trabajo: Para el acopio y almacenamiento de pequeña herramienta y material de obra y oficina, así como para realizar pequeños trabajos de carpintería y herrería
    - Zonas de acopio: Se dimensionarán varias zonas de acopio de materiales al aire libre. Entre los materiales a almacenar se incluyen, por ejemplo, gasolina para los vehículos de obra y agua para la construcción. Para los materiales que lo necesiten se diseñarán zonas de almacenamientos con contenedores metálicos prefabricados. Además, quedarán previstas zonas de acopio de residuos clasificados en función de su peligrosidad y separados por su propio vallado perimetral.
    - Área para grupo electrógeno.
    - Suministro de agua y energía: Incluye los trabajos necesarios para dotar de una red de abastecimiento de agua y energía eléctrica temporal a la zona instalaciones temporales.
- Además, contarán con las siguientes infraestructuras, levantadas según normativa internacional y local:
    - Sistema de detección y contra incendios.
    - Sistema de iluminación exterior e interior.
    - Sistema de aire acondicionado.
    - Sistema de puesta a tierra.
    - Sistema de protección contra rayos.
    - Sistema de agua sanitaria.
    - Sistema de vigilancia.

Los frentes de trabajo serán móviles, y se irán materializando de acuerdo con el desarrollo de las obras. Básicamente los frentes de trabajo corresponden a los puntos donde se llevarán a cabo las obras del Proyecto, y en la práctica, podrán existir varios frentes operando en forma simultánea.

En los frentes de trabajo se contará con las instalaciones sanitarias requeridas, para lo cual se considera la habilitación de baños químicos, servicio a cargo de terceros que cuenten con las autorizaciones sanitarias correspondientes. En general, cualquiera sea el tipo de instalación requerida por las empresas contratistas, ya sea en la Instalación provisionales o frentes de trabajo, el Titular exigirá que dichas instalaciones cumplan con las exigencias en las leyes nacionales de aplicación. Además, el Titular se compromete a gestionar el

Consulta Pública

envío de la documentación (copia) que acredite que los residuos de los baños químicos fueron depositados en lugares autorizados para su disposición final

Suministro de Energía

La energía eléctrica que se requiere para la construcción será suministrada mediante generadores diésel e instalación fotovoltaica. Se considera la utilización de generadores diésel distribuidos entre las obras temporales y frentes de trabajo.

Los equipos estarán ubicados en una zona delimitada, protegida y debidamente señalizada. La superficie se tratará con una capa impermeable para evitar infiltraciones de combustible al suelo. Esta superficie debe tener una extensión suficiente para el buen manejo del personal que manipule el equipo, para la entrada del vehículo de recarga y para contener bolsas de arena en previsión de posibles derrames de combustibles. También se colocará un extintor en el interior de la zona delimitada.

Abastecimiento de Agua Potable

Para el uso de las instalaciones de higiene se considera un consumo estimado de 5 $m^3$/día de agua, considerando un consumo promedio de 62 litros/persona/día.

El agua necesaria será provista mediante un camión cisterna y almacenada en un estanque o depósito habilitado para este fin y se asegurará su potabilidad mediante procesos de cloración.

Además, los trabajadores deberán disponer de agua potable para beber, tanto en los locales que ocupen, como cerca de los puestos de trabajo.

El agua de bebida será proporcionada mediante bidones sellados, etiquetados y embotellados por una empresa autorizada.

Abastecimiento de Agua Industrial

El uso de agua industrial será destinado preferentemente para humectar los materiales que puedan producir material particulado, previo a su transporte.

Es importante indicar que el abastecimiento de agua industrial se realizará mediante camiones aljibes que lo suministrarán desde el exterior, por lo que no será necesaria ningún tipo de instalación auxiliar.

Se considera un consumo estimado de 0,5 m3/día de este material

#### *2.4.5.4 Etapa de Construcción.*

##### *2.4.5.4.1 Oficinas de Obra*

Se utilizarán contenedores metálicos o panel sándwich para dar servicio a la constructora, contratas, la administración competente y la inspección técnica de obra, incluyendo al menos dos puestos de trabajo por oficina y aire acondicionado.

Las instalaciones eléctricas provisionales que darán servicio a estas casetas contarán con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser puesto a tierra mediante barra de cobre. Además, se realizará la provisión de muebles en cantidad necesaria para un desempeño cómodo.

Consulta Pública

Dentro de la superficie de oficinas de obra, también estarán:

*Taller de Trabajo*

En este recinto se dispondrán las herramientas, accesorios de trabajo e instalaciones eléctricas necesarias para la realización de trabajos de carpintería y herrería. Serán instalaciones menores dado que la mayor parte de los materiales empleados en la construcción no necesitarán ser conformados en obra.

*Almacén de Materiales*

Para el acopio y almacenamiento de la pequeña herramienta y material de obra y materiales de oficina, se colocarán contenedores marítimos o bodegas modulares metálicas de 20 pies, en la cantidad que se estime conveniente para sus propósitos.

Se debe tener especial cuidado con las Instalaciones Eléctricas las cuales deben contar con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser puesto a tierra mediante barra de cobre.

Dado que podría haber materiales inflamables, o de fácil combustión, deberá contar con extinguidores “adhoc” los cuales serán revisados por personal de Prevención de Riesgos del Contratista.

*Vestuarios*

Se instalarán vestuarios provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo. Se instalarán un local de aseo por cada 10 trabajadores.

Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, lavabos e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias

*Comedor*

El comedor estará dotado con mesas y sillas con cubierta de material lavable y piso de material sólido y de fácil limpieza, contará con sistemas de protección que impidan el ingreso de vectores, además se dispondrá cercano a los lavatorios con agua potable para el aseo de manos y cara. Además, el comedor contará con cocina.

Durante el invierno, se procurará establecer algún sistema de calefacción. La edificación estará debidamente aislada del suelo y protegida contra los cambios bruscos de temperatura.

*Estacionamientos*

Para facilitar el acceso a las instalaciones temporales de los distintos contratistas y técnicos autorizados que vayan a trabajar en la Instalación se habilitará aparcamiento para coches y otros vehículos de obra.

Consulta Pública

Dado el alto riesgo que representa la circulación de vehículos dentro de las instalaciones de faena, se exigirá una señalización mínima que indique, al menos, lo siguiente: estacionamiento, sentido de circulación, ingreso y salida.

*Zonas de Deposición de Residuos*

Los residuos de construcción serán almacenados temporalmente en un patio de residuos conformado por una plataforma compactada, debidamente cercada. Esta área se encontrará delimitada, sectorizada y debidamente señalizada

*Primeros Auxilios*

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran, se dispondrá de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible, deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio de urgencias más próximo. Se movilizará al afectado al recinto asistencial más cercano y para ello habrá siempre una camioneta disponible para el traslado.

#### *2.4.5.4.2 Señalización*

Toda actividad y procedimiento en obra será señalizada de acuerdo con la normativa vigente.

En las charlas diarias de seguridad se reforzará el significado de las señalizaciones que pudiesen no tener un claro entendimiento visual, a fin de que el trabajador sea consciente de posibles peligros por desconocimiento de estas.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.

La señalización por color referida anteriormente se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo:

Desde que se comienza una obra de construcción se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Colocar la señal adecuada, en el lugar adecuado y justo el tiempo necesario.
- Comprobar que es posible cumplir y hacer cumplir con lo que indica la señal.
- Cuidar y mantener las señales en condiciones limpias

Para el caso del cruce de los caminos internos y la red de media tensión con la franja de afectación del gasoducto y el gasoducto en sí, se deben tener las siguientes consideraciones:

- Instalación de señales verticales que indiquen la presencia del gasoducto, como “Peligro: Gasoducto enterrado” o “No excavar”.
- Señales de advertencia permanentes en ambos sentidos del camino, visibles desde una distancia prudente, con materiales reflectantes o luminosos si hay tránsito nocturno.
- Color y simbología estandarizados, siguiendo la NOM-034-SCT2-2011 para señalamiento horizontal y vertical en vialidades.

Consulta Pública

- Colocación de señales antes y después del cruce, a una distancia mínima de 10 a 20 metros del punto de intersección, dependiendo de la velocidad del tránsito interno.
- Marcadores de localización del ducto (postes o estacas) deben estar visibles y alineados con el eje del gasoducto.
- Delimitación de la franja de afectación con pintura en el pavimento, conos, vallas o bandas de protección para evitar el tránsito de maquinaria pesada sobre el ducto.
- Prohibición de excavaciones o perforaciones en la zona señalizada, reforzada con señalética clara.

#### *2.4.5.4.3 Obra Civil*

La obra civil necesaria para la construcción y posterior explotación del Proyecto se describe a continuación:

- Preparación del terreno y movimientos de tierra.
- Viales interiores de la Instalación y acondicionamiento de los accesos.
- Sistema de drenaje.
- Vallado perimetral.
- Zanjas y canalizaciones para los cables de potencia y control.
- Cimentaciones para las estructuras solares, las estaciones de potencia y otros elementos que lo requieran como el edificio de control, las estaciones meteorológicas, etc.
- Ejecución del Edificio de Control y del Almacén de Repuestos

#### *2.4.5.4.4 Viales*

La Instalación contará con una red de viales interiores que darán acceso a las diferentes Estaciones de Media Tensión, así como a todas las obras que conforman el proyecto.

Todas las Estaciones de Media tensión y sus centros de transformación deberán estar en una plataforma ligeramente elevada y conectada a los caminos internos. Esta plataforma debe considerar un área de trabajo segura de 1,5 m alrededor de los CT, sin pendiente, y también se dejará unos caminos de 3 m para la mantención de los equipos alrededor de las Estaciones de Media Tención (EMT).

Los viales del proyecto serán, como mínimo, de 4 m de ancho, y estarán compuestos por una capa base de suelo seleccionado compactado de material para llegar a un módulo de deformación Md=800 Kg/cm² con un espesor mínimo de 0,20 m, y una capa superficial de compactación de material para llegar a un módulo de deformación Md=1000 Kg/cm² con un espesor mínimo de 0,10 m. El trazado de los viales se diseñará considerando un radio de giro mínimo de 12 m, y respetando una distancia mínima entre los seguidores y el borde del camino de 2 m.

La pendiente máxima de los caminos se establece en un 10%, y aquellos tramos en los que presenten pendientes mayores, si los hubiera, se hormigonarán consecuentemente.

Los viales deberán soportar un tráfico ligero durante la fase de operación del proyecto, reducido a vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y

Consulta Pública

reparación. De forma puntual el acceso de vehículos pesados podrá ser necesario para el transporte de equipos como los transformadores.

En aquellos puntos de cruces de cables y zanjas enterradas con los caminos, se instalarán tubos corrugados embebidos en hormigón para posterior instalación de los cables a través de dichos tubos.

Para el cruce con el gasoducto y su franja de afectación, se señalizará el tramo donde inicia y termina el ancho de la franja de afectación. En dicho tramo sólo se usará para tráfico ligero durante cualquiera de las etapas del proyecto.

Consideraciones adicionales para el cruce del gasoducto:

- El cruce superficial será reforzado con plataforma rígida y refuerzo estructural localizado en la traza del gasoducto, evitando cargas puntuales transmisoras al tubo.
- Mantener la servidumbre libre de construcciones permanentes; sobre la traza, diseño de camino con banqueta rígida y capa de asiento que distribuya cargas.
- Si la profundidad del ducto es reducida o el tránsito es pesado, usará un cruce tipo puente ligero o losa prefabricada continuada sobre zapatas que salven la servidumbre sin carga directa sobre el tubo.
- Implementar protección mecánica alrededor del tramo (camisa metálica o tubería de protección) y señalización vertical/infraestructura de seguridad.
- Mantener franja de servidumbre libre acorde a información del operador del gasoducto; señalización de límites y acceso restringido.
- Ancho de vía interna típico: 6 m (2 carriles de 3 m) o entre 7 y 8 m si circulan simultáneamente camiones y grúas.
- Pendientes longitudinales ≤6% para evitar escorrentía localizada sobre la traza; peraltes mínimos en curvas pequeñas.
- Si se elige losa rígida sobre gasoducto: espesor típico 20–30 cm de concreto armado con armadura en malla, apoyada sobre camas de material granular de por lo menos 0.30–0.50 m de espesor para distribución de carga.

*Medidas de protección del gasoducto*

Se deberá de consultar al operador del gasoducto sobre las actividades sobre las actividades que se realizarán en las que se incluye:

- Localización y verificación exacta de la profundidad y cota del tubo antes de cualquier obra.
- Mantener separación mínima lateral entre excavaciones y tubo; si es necesaria excavación, realizar a mano en zona de servidumbre y con supervisión del operador.
- Insertar camisa de protección o tubería de desvío temporal si trabajos lo requieren.
- Evitar vibraciones y compactaciones agresivas directamente sobre el tubo; usar maquinaria ligera en la franja inmediata.
- Corrosión control: reinstalación o reparación de recubrimiento y pruebas de continuidad de protección catódica si aplica.

Consulta Pública

- Sistema de detección y señalización: hitos enterrados y señales superficiales que localicen trazas y prohíban perforaciones.

*Construcción de estructura de cruce*

En caso de necesitar una estructura de cruce para el gasoducto, se realizará de la siguiente manera:

La estructura tipo puente será de losa prefabricada con montaje de zapatas fuera de la servidumbre de la franja de afectación del gasoducto, la losa irá volada sobre servidumbre sin apoyos directos.

La estructura llevará cunetas, coladeras y alcantarillas para evitar acumulación de agua sobre la losa y asegurando pendientes de evacuación.

Al finalizar la instalación de la estructura de cruce será necesario revisar el estado del gasoducto y en caso de notar deterioro o daño se tendrá que restaurar o mejorar recubrimiento anticorrosión si se afectó, así como verificar sistemas de protección catódica y ejecutar pruebas de hermeticidad si se requirieran.

Finalmente se colocará la señalización de ubicación del ducto, los límites de peso, las marcas de carril y las protecciones físicas.

Respecto a los caminos de acceso al proyecto, se adecuarán los caminos interparcelarios existentes para garantizar el paso de vehículos de carga durante la fase de obras. Se les proporcionará un ancho mínimo de 6 metros y se construirán sobreanchos en curvas para asegurar el paso de camiones y/o maquinaria.

#### *2.4.5.4.5 Sistema de Drenaje*

Se definirán las áreas de exclusión hidrológica en las que la instalación de equipos no es posible. Estas áreas serán tanto las zonas de servidumbre de cauces fluviales en las que la legislación pertinente prohíba la instalación de equipos como las áreas con niveles de inundación superiores a los permitidos.

En caso de que la construcción en dichas áreas sea requerida, el proyecto deberá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno. Se diferencian tres tipologías diferentes que se detallan a continuación:

- Drenaje longitudinal de tipo 1 (cuneta) como medida de protección perimetral del Proyecto y de los viales internos. Captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacía los puntos de menor cota.
- Drenaje longitudinal de tipo 2 (paso salvacunetas) para permitir el cruce entre caminos (interior o de acceso al Proyecto) y las obras de drenaje de tipo 1, con el fin de garantizar el regular flujo entre el agua pluvial recolectada en la cuneta frente a un evento con un tiempo de retorno de 25 años;

Consulta Pública

- Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce caminos y las ramblas/cauces existentes, con el fin de garantizar el regular flujo de escorrentías frente a un evento con un tiempo de retorno de 100 años. Se colocarán tubos salva cunetas que crucen bajo los caminos, con rejas a la entrada para evitar el aterramiento de los tubos. Se evitarán los diámetros pequeños, empleando como mínimo el diámetro Ø400 mm, y empleando tubos con capacidad mecánica suficiente para soportar el paso de los vehículos. En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados hormigonados, protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

También se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas de escorrentía provenientes de las parcelas colindantes al Proyecto.

En función del estudio de la pluviometría de la zona, se calculan la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada

Consulta Pública

#### *2.4.5.4.6 Canalizaciones*

##### *2.4.5.4.6.1 Canalizaciones de Baja Tensión*

Para las canalizaciones de Baja Tensión se han distinguido tres tipos de zanjas:

- Zanja compartida por cables que conectan los strings con los inversores string, denominado cable solar (Cu), y por cables que conectan los inversores de string con los centros de transformación, denominado Cable BT (Al).
  - El cableado solar (Cu) circulará por interior de tubos de polietileno de alta densidad (PEAD), con un máximo de seis (6) circuitos por tubo y un máximo de dos (2) tubos por zanja.
  - El cableado BT (Al) irá directamente enterrado a un mínimo de 0.70 m de profundidad, con un máximo de 8 circuitos separados 0.25 m.

En el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0.10 m de espesor sobre la que se depositará la primera fila de cables. Posteriormente se dejará una capa de 0.25 m de arena para separar las filas de cables, y sobre la fila superior se dejará otra capa de 0.20 m de arena. Encima de lo anterior se colocará una capa de 0.30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar, se colocará una última capa de 0.20 m de tierra compactada.

- Zanja por la que solo discurrirá el cableado solar (Cu) que conecta los strings con los inversores string. Los cables irán por interior de tubos a un mínimo de 0.50 m de profundidad, y un máximo de seis (6) circuitos por tubo y un máximo de dos (2) tubos por zanja. En el lecho se colocará una capa de arena de unos 0.10 m de espesor sobre la que se depositará la fila de cables. Posteriormente, sobre la fila superior se dejará otra capa de 0.05 m de arena. Encima de lo anterior se colocará una capa de 0.25 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar se colocará una última capa de 0.20 m de tierra compactada.
- Zanja por la que solo discurrirá el cableado de BT (Al) que conecta los inversores string con los centros de transformación. Los cables irán directamente enterrados a un mínimo de 0.70 m de profundidad y con un máximo de 8 circuitos por zanja separados 0.25 m. En el lecho se colocará una capa de arena de unos 0.10 m de espesor sobre la que se depositará la primera fila de cables. Posteriormente se dejará una capa de 0.25 m de arena para separar las filas de cables, y sobre la fila superior se dejará otra capa de 0.20 m de arena. Encima de lo anterior se colocará una capa de 0.30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar se colocará una última capa de 0.20 m de tierra compactada.

Aparte de estos dos tipos de zanjas, en caso de que aplique, distinguir los tramos de zanjas que discurren bajo caminos, cauces y otros elementos que puedan discurrir por la zona de implantación del Proyecto. En estos tipos de zanjas se sustituirán las capas de arena por

Consulta Pública

hormigón, los circuitos irán enterrados bajo tubo de polietileno de alta densidad (PEAD), con un circuito por tubo, y, dependiendo del elemento bajo el que discurran, su profundidad y distribución variará para cumplir con las diferentes normativas aplicables.

El trazado será lo más rectilíneo posible, y a poder ser separados lo máximo posible de las cimentaciones de los seguidores. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos de los cables, a respetar en los cambios de dirección.

#### *2.4.5.4.6.2 Canalizaciones de Media Tensión*

El cableado de media tensión (MT) del proyecto tendrá que llegar desde las Estaciones de Media Tensión (EMT) hasta la Subestación Elevadora.

Discurrirán directamente enterrados en zanjas de un mínimo de 1.10 m de profundidad con una separación de 0.20 m entre circuitos. En el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0.05 m de espesor sobre la que se depositará la fila de cables que vaya a mayor profundidad. Posteriormente se añadirá una capa de unos 0.20 m de arena y se colocará la siguiente file de cables. Sobre la fila de cables superior se dejará otra capa de arena compactada. Encima se colocará una capa de 0.30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar se colocará una última capa de 0.30 m de tierra compactada.

En aquellos tramos de canalizaciones que discurran bajo caminos, cauces y otros elementos que puedan discurrir por la zona de implantación del Proyecto, los cables irán enterrados bajo tubo de polietileno de alta densidad (PEAD), con un circuito por tubo, y las capas de arena se sustituirán por hormigón. Dependiendo del elemento bajo el que discurran, su profundidad y distribución variará para cumplir con las diferentes normativas aplicables

#### *2.4.5.4.6.3 Tramo Aéreo Media Tensión*

Para Cruzar el Gasoducto y su franja de afectación y unir ambas secciones de paneles, será necesario un paso aéreo para la red de media tensión.

El paso se realizará mediante postes tipo celosía con cimentaciones dimensionadas, con altura libre sobre el gasoducto ≥ 6 m y separación horizontal entre postes y ducto: ≥ 3 m. Se respetará la franja de afectación establecida

Los Conductores serán ACSR o alguno apropiado para la capacidad de corriente del proyecto, considerando recubrimiento anticontacto para evitar riesgo de trabajo cercano.

Los Aisladores de Suspensión serán de polimérico adecuados a la tensión y condiciones ambientales.

para la línea con conductor de guarda e instalación de pararrayos en los postes de cruce serán conectados a un sistema de puesta a tierra.

El Sistema de puesta a tierra será constituido por mallas de tierra en ambos postes y conexionado con bajantes para desviar descargas y fallas teniendo una resistencia objetivo ≤ 10 Ω.

Consulta Pública

También contará con protecciones mecánicas, separadores, amortiguadores de vibración y protectores contra sobrecargas mecánicas en los postes.

Este tipo de cruce requiere una ingeniería cuidadosa, por lo que se requerirá la validación por parte de CFE y del operador del gasoducto, y con apego estricto a las normas de seguridad eléctrica y de transporte de hidrocarburos.

#### *2.4.5.4.6.4 Canalizaciones de Red de Tierras*

La zanja destinada a la red de tierras de la instalación fotovoltaica será aquella en la que el conductor de tierra sea el único que discurre por la misma.

Para la zanja de red de tierras, en el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0.10 m de espesor sobre la que se depositará el conductor de tierra. Posteriormente se dejará una capa de unos 0.40 m de arena. Encima se colocará una capa de 0.30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar de colocará una última capa de 0.20 m de tierra compactada.

#### *2.4.5.4.6.5 Canalizaciones de Comunicaciones*

La zanja destinada a las comunicaciones de la instalación fotovoltaica será aquella en la que los conductores de comunicaciones sean los únicos que discurren por la misma. Este tipo de zanja estará principalmente destinado a los conductores de fibra óptica provenientes del sistema de cámaras de seguridad (CCTV) que envuelve al Proyecto, por lo que este tipo de zanja discurrirá principalmente por el perímetro de la implantación.

Para la zanja de los conductores de comunicaciones, en el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0.10 m de espesor sobre la que se depositarán los tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) por cuyo interior discurrirán los conductores de fibra óptica. Por cada zanja habrá dos tubos separados 0.15m. Posteriormente se dejará una capa de unos 0,40 m de arena. Encima se colocará una capa de 0.30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar de colocará una última capa de 0.20 m de tierra compactada.

#### *2.4.5.4.6.6 Distribución de las Canalizaciones*

En la ejecución de las diferentes canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes distancias mínimas:

- Entre cimentación de estructura para Módulos Fotovoltaicos y primera zanja: mínimo 2 m
- Entre protección del último Módulo Fotovoltaico y primera zanja: mínimo 1 m
- Entre zanjas de MT y zanja de BT: mínimo 1 m
- Entre Camino Interno y primera zanja: mínimo 0.7 m

#### *2.4.5.4.7 Cimentaciones*

Estos trabajos incluirán la realización de las cimentaciones de las estructuras, de los centros de transformación y otros elementos que lo requieran como el edificio de control, las estaciones meteorológicas, etc.

Consulta Pública

La estructura de los seguidores se instalará por medio de hincado directo al terreno siempre que sea posible, a una profundad de hincado mínima según se determine en el Pull-Out Test que deberá realizarse previo a la construcción de acuerdo con el estudio geotécnico. En aquellos casos en los que el hincado directo no sea posible, se utilizará el método de pre-drilling para la instalación de las hincas de los seguidores, y si tampoco fuera posible, se utilizarán micropilotes o zapatas de hormigón aisladas.

Los centros de transformación tendrán una cimentación cuyas dimensiones deberán ser definidas conforme a la tensión admisible del terreno que se obtendrá del Estudio Geotécnico que se deberá realizar previo a la construcción y las características de los CT.

A la hora de la de ejecutar las cimentaciones se cumplirá con las siguientes fases y características:

- Preparación del Terreno: En primer lugar, remoción de los primeros 10-30 cm de terrenos. Posteriormente, excavación debajo de la capa superficial (dependerá del nivel final al cual se quiere dejar el Centro de Transformación y de los resultados de los distintos estudios (Hidrológico, Geotécnico, etc)). Finalmente, compactación de terreno para llegar a un nivel de deformación Md=300 kg/cm2
- Capa Base: Se realizará con un material con un diámetro máximo de 70mm y se compactará para llegar a un nivel de deformación Md=800 Kg/cm2. La capa tendrá un espesor mínimo de 20 cm.
- Hormigón: La cimentación del centro de transformación será una losa de hormigón reforzado. La losa tendrá un espesor mínimo que depende del nivel final al cual se quiere dejar el CT y de los resultados de los distintos estudios (Hidrológico, Geotécnico, etc).
- Capa Superficial: Se realizará con un material con un diámetro máximo de 30mm y se compactará para llegar a un nivel de deformación Md=1000 Kg/cm2. La capa tendrá un espesor mínimo de 10 cm por arriba del hormigón y será aplicado también alrededor del centro de transformación.

Respecto a la cimentación del centro de control, esta debe permitir el paso del cableado y de las canalizaciones de agua hacia el interior del edificio. De acuerdo con el espacio requerido para la canalización, las aberturas serán realizadas con tuberías de PVC, tubos corrugados o conductos embebidos en el hormigón.

Las cimentaciones tendrán que cumplir con las especificaciones detalladas arriba y su definición en detalle se realizará en el proyecto constructivo una vez estén definidos todos los parámetros geotécnicos, obtenido del Estudio Geotécnico, y todos los equipos a instalar

#### *2.4.5.4.8 Ejecución de Edificios*

El Proyecto dispondrá de un Edificio de Control-auxiliares con oficinas, aseos y almacén de residuos y de repuestos, así como de un edificio exterior destinado a Almacén de Repuestos. Ambos edificios serán permanentes, se utilizarán durante toda la vida útil de la Planta y conforman la zona O&M.

Consulta Pública

De acuerdo con el tamaño del proyecto, el Edificio de Control contará al menos con las siguientes dependencias (en una única planta baja):

- Sala de Control: Oficina totalmente equipada y de al menos 29 $m^2$. Incluirá al menos 2 puestos de trabajo totalmente equipados, estanterías para documentación, sala de reuniones con capacidad para 6 personas y cocina/sala de descanso con todo el mobiliario necesario para 2 personas.
- Vestuarios: Vestuarios para hombres y mujeres de 20$m^2$ con capacidad para al menos 2 personas. Incluirá zona para cambios de ropa, aseos, taquillas y duchas.
- Almacén temporal de Residuos Peligrosos: Área de al menos 9,6 $m^2$ destinada únicamente al almacenamiento temporal de los residuos peligrosos generados durante operación del Proyecto, antes de su entrega al gestor de residuos autorizado correspondiente, cuya presencia no debe interferir el funcionamiento del resto del Almacén.
- Sala Almacén: planta rectangular de al menos 44 $m^2$ y superficies de estantes para almacenamiento de consumibles, además de banco de trabajo dotado de herramientas.

En cualquier caso, el edificio contará con:

- Instalaciones eléctricas y de iluminación.
- Sistemas de detección y extinción de incendios.
- Sistema anti-intrusión.
- Ventilación y aire acondicionado.
- Sistema sanitario.

El edificio destinado al Almacén de Repuestos Exterior tendrá una superficie mínima de 200 $m^2$ y contará al menos con las siguientes áreas:

- Área para almacenamiento de módulos: al menos 250 módulos en 5x2 palés en dos alturas.
- Área para almacenamiento de ejes de seguidores: al menos 25 ejes de seguidor en tres alturas.
- Área para almacenamiento de postes de hinca: al menos 25 postes de hinca en tres alturas.

Además, se contará al menos con una carretilla elevadora de con una capacidad de carga de 6 toneladas

Los edificios contarán con todos los elementos necesarios para la accesibilidad a personas con discapacidad física o problemas de movilidad

#### *2.4.5.4.9 Suministro de Equipos*

El suministro de equipos incluye la recepción, acopio y reparto de los materiales de construcción.

Consulta Pública

En este sentido, previo al montaje electromecánico del Proyecto se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje de la estructura solar, así como los módulos Foto Voltaicos, cuadros eléctricos y otras piezas de pequeño tamaño se entregarán en obra debidamente paletizados. La descarga desde el camión hasta la zona de acopios se realizará mediante el uso de grúas pluma.

También es importante hacer un buen control de la llegada de este material (recepción) para comprobar que el material ha llegado completo y en correcto estado. Habrá que evitar al máximo los imprevistos.

#### *2.4.5.4.10 Montaje Mecánico*

##### *2.4.5.4.10.1 Montaje de Seguidores y de Módulos Fotovoltaicos*

El seguidor solar horizontal está formado por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí. La estructura principal es un perfil tubular apoyado sobre postes fijados a las fundaciones. El perfil tubular se acopla mediante un brazo pivotante a una biela accionada por un actuador electromecánico, el cual hace girar la estructura de forma automatizada.

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos y las cajas de seccionamiento a los perfiles metálicos mediante grapas uniones atornilladas

##### *2.4.5.4.10.2 Montaje de Estaciones de Media Tensión (Centros de Transformación)*

Para la instalación de las Estaciones de Media Tensión, solo necesitaremos la adecuación del terreno donde se ubicarán y su correcto posicionamiento en el campo solar.

Para el posicionamiento de las Estaciones de Media Tensión en el Proyecto, se han tenido en cuenta lo descrito previamente prestando especial atención a lo incluido en el apartado “Cimentaciones” descrito anteriormente en este documento.

#### *2.4.5.4.11 Montaje Eléctrico*

Los trabajos de montaje eléctrico del Proyecto se pueden dividir en:

- Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT).
- Instalación eléctrica de Media Tensión (MT).

Respecto a la instalación eléctrica de baja tensión (BT) del Proyecto, a su vez se puede dividir en:

- Instalación de corriente continua en baja tensión (CCBT)
- Instalación de corriente alterna en baja tensión (CABT).

La instalación CCBT se puede dividir en dos tramos o etapas:

- En el primer tramo, se procederá a la formación de las cadenas o strings de módulos Fotovoltaicos interconectando entre sí, los módulos Fotovoltaicos hasta completar el número necesario para cada string. Solo se conectarán entre sí aquellos módulos dispuestos de forma contigua sobre una misma estructura/seguidor solar. Esta operación se repetirá sucesivamente para todos las strings del Proyecto.

Consulta Pública

- En el segundo tramo, se conectarán los strings y los inversores string correspondientes. Dicho tramo está instalado en el exterior por la estructura o enterrado en zanjas mediante tubos dependiendo de la localización del inversor.

La instalación CABT comprenderá:

- La conexión entre los inversores con el cuadro BT de la misma Estación de Media Tensión, en corriente alterna. Este tramo está directamente enterrado en zanjas o entubado en caso de cruzamientos con caminos/cauces. Además, la alimentación de los equipos auxiliares se deberá conectar con el cuadro de baja tensión instalado en las estaciones de potencia.

Respecto a la instalación eléctrica de media tensión (MT) del Proyecto, comprende la red interna de la Planta que conecta entre sí las diferentes Estaciones de Media Tensión terminando en la Subestación Elevadora. Los conductores se agruparán en tresbolillo y se instalarán directamente enterrados, exceptuando en aquellas zonas donde se produzcan cruzamientos con diferentes afecciones (carreteras, caminos públicos, cauces…), donde se instalarán enterrados bajo tubo

### 2.4.6 Operación y mantenimiento

Esta actividad es realizada por personal de puesta en servicio y apoyados por el 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 la recepción final de las obras del Proyecto.

#### *2.4.6.1 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.

Después que el equipo de supervisión de construcción termine con las pruebas pre-operativas 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.

Consulta Pública

#### *2.4.6.2 Mantenimiento.*

Se definen tres etapas de actuación para incluir todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Predictivo y Diagnostico

##### *2.4.6.2.1 Mantenimiento preventivo*

El plan de mantenimiento preventivo tiene por objeto la conservación de los equipos o instalaciones, mediante la limpieza e inspección periódica de los mismos, para garantizar un correcto funcionamiento y fiabilidad de la instalación.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora, o bien por otra empresa que disponga del contrato de mantenimiento y conozca la instalación en profundidad.

En las visitas de mantenimiento preventivo se le entregará al cliente copia de las verificaciones realizadas y las incidencias acaecidas, y se firmará en el libro de mantenimiento de la instalación, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa) y la fecha de la visita.

Se proponen revisiones generales semestrales, en las que se incluirán las siguientes actuaciones y medidas:

- Inspección visual de los módulos, cableado, conexiones, circuitos de protección e inversor.
- Inspección visual de la Estructura soporte de módulos fotovoltaicos.
- Medición y comprobación de las tensiones y corrientes de los módulos.
- Comprobación de las protecciones eléctricas, verificando su comportamiento.
- Comprobación del normal funcionamiento del inversor
- Comprobación de los cables y terminales, reapriete de bornes.
- Monitorización de Alertas de funcionamiento y estado. Control local y remoto.

##### *2.4.6.2.2 Mantenimiento correctivo*

El plan de mantenimiento correctivo se refiere, a todas las operaciones de localización y reparación de averías en los equipos o instalaciones, y así conseguir el correcto funcionamiento de la instalación durante su vida útil. Dentro de estas se incluye:

- La visita a la instalación en caso de incidencia, la cual deberá producirse dentro de los plazos establecidos en el contrato de mantenimiento, pero siempre en tiempo inferior a una semana, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.

Consulta Pública

- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

Este mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado. Este plan incluye todas las operaciones de reparación de equipos necesarios para que el sistema funcione correctamente. Se elaborará un presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación que deberá ser aceptado por el cliente antes de llevar a cabo dicha tarea.

#### *2.4.6.2.3 Mantenimiento predictivo y diagnostico*

Son las acciones y técnicas que se aplican para la detección de posibles defectos antes de que se manifiesten, evitando en ocasiones posteriores averías en la instalación.

Este tipo de mantenimiento se basa en el monitoreo de parámetros físicos del equipo (potencia, temperatura, humedad, lubricación…). Cuando alguno de estos parámetros alcanza un determinado nivel de deterioro se aplican procedimientos para restaurar el correcto funcionamiento del equipo. El concepto es parecido al del mantenimiento preventivo con la ventaja de que las acciones no son periódicas, sino que se llevan a cabo en el momento en el que son necesarias. Se pueden incluir en esta clase de mantenimiento acciones como:

- Control del rendimiento de los inversores.
- Control de la producción de los módulos.
- Control de la temperatura de los módulos

##### *2.4.6.2.3.1 Mantenimiento del Cruce Aéreo de Media Tensión.*

Para el Cruce Aéreo sobre el gasoducto y su franja de afectación, se realizarán las siguientes actividades:

- Inspección anual de estructuras, aisladores y puesta a tierra
- Verificación de flechas y distancias mínimas respecto al gasoducto
- Coordinación con el operador del gasoducto para inspecciones conjuntas
- Revisión de señalización y accesos para evitar trabajos no autorizados

##### *2.4.6.2.3.2 Mantenimiento de los paneles*

La limpieza de los paneles solares es el proceso mediante el cual se retira la suciedad acumulada sobre la superficie de estos. La frecuencia de la limpieza debe definirse conjuntamente con el nivel de suciedad de los paneles para programar el número de limpiezas necesarias al año. Inicialmente se hará 1 limpieza semestral (2 al año).

La limpieza de paneles fotovoltaicos se puede realizar a cualquier hora del día, sin embargo, no se recomienda realizarla en horas de máxima producción, debido a las siguientes consecuencias:

- Choques térmicos sobre el vidrio del panel fotovoltaico.
- Pérdidas leves de producción de energía.

Consulta Pública

Se define como choque térmico a la variación súbita de temperatura de un material, éste fenómeno es el más perjudicial, ya que puede provocar el aparecimiento de grietas sobre el vidrio de un panel fotovoltaico, el cual, en el peor de los casos termina rompiéndose.

Para evitar un choque térmico durante la limpieza de paneles fotovoltaicos se tendrá en cuenta que el máximo cambio de temperatura permitido sobre la superficie de vidrio de los paneles fotovoltaicos es de ± 25°C.

Para el proyecto se hará la limpieza de forma manual con y sin agua, dependiendo del grado de suciedad en los paneles al momento de realizarla:

*Limpieza manual sin agua*

Se lleva a cabo cuando la suciedad sobre los paneles es leve de tal forma que se retira con la ayuda de un sistema de aire a presión, el cual es recogido en un compresor de aire.

*Figura 14: Ejemplo de Compresor de aire individual.*




*Personal requerido:*

Con este método se requiere de un trabajador por cada compresor de aire.

*Limpieza manual con agua*

La limpieza manual, como se observa en la figura 2, corresponde a la acción manual de retirar la suciedad con la ayuda de agua, el abastecimiento del agua se realizará mediante la contratación de pipas proveniente de empresas autorizadas. Se almacenará en tanques de 200 litros de los cuales será vaciada una cantidad en recipientes para luego transportarlos a un lugar cercano a los paneles.

La combinación del agua con detergente facilita la limpieza de paneles, pero afecta a sus marcos, por lo no se usará ni detergente o aditivos.

Equipos e insumos:

- Cepillo para limpieza de paneles diseñado para limpieza de vidrio y fabricado con acabados que no produzcan rayas.
- Pértigas de fibra de carbono y poliéster de longitud adecuada, diseñada para limpieza de vidrio fabricada con acabados que no produzcan rayas.
- Agua tratada, que será abastecida por medio de la contratación de empresas que se encarguen de dar el servicio.

Consulta pública

*Personal Requerido:*

Se requiere mínimo dos trabajadores

*Figura 15: Ejemplo de limpieza manual con agua de los paneles.*



*Limpieza manual con agua*

La cantidad de agua a utilizar será de 0.3 Litros por panel, al ser un total de 55,200 paneles, será un total de 16,560 litros por limpieza, al llevar 2 limpiezas al año, será un total de 33,120 litros por año.

El producto de la limpieza de los paneles es agua mezclada con partículas de polvo, tierra o desechos de animales por lo no requiere de manejo especial y su disposición será sobre el terreno que rodea a cada seguidor.

Consulta Pública

#### *2.4.6.2.3.3 Mantenimiento del Sistema de Almacenamiento de Baterías BESS*

Mantenimiento preventivo para el BESS

- Inspección visual mensual de gabinetes y módulos para detectar daños, corrosión o fugas
- Verificación del nivel de carga y estado de salud a través del BESS, asegurando que el nivel de carga se mantenga dentro de rangos óptimos (20 %–80 %)
- Limpieza de terminales, gabinetes y áreas de ventilación para evitar acumulación de polvo y sales que afecten las conexiones eléctricas
- Torque de conexiones y revisión de tornillería cada 3 meses, garantizando pares de apriete según especificaciones del fabricante
- Control de condiciones ambientales (temperatura y humedad) en la sala de baterías, manteniendo entre 15 °C y 25 °C y humedad relativa < 60 %

Mantenimiento predictivo para el BESS

- Termografía semestral de strings y busbars para identificar “puntos calientes” antes de que deriven en fallas
- Medición de resistencia interna e impedancia de módulos cada 6 meses para evaluar el envejecimiento celular
- Prueba de capacidad anual mediante ciclo controlado de descarga hasta 80 % de la profundidad de la descarga y registro de Ampere hora (Ah) entregados vs. nominal

Mantenimiento correctivo para el BESS

- Sustitución inmediata de módulos con aumento de resistencia interna o pérdida de capacidad > 10 %
- Reemplazo de fusibles, contactores o cables dañados detectados en inspecciones eléctricas
- Reparación o cambio de componentes del sistema de climatización o refrigeración que afecten la temperatura óptima de operación

Roles y responsabilidades

- Operador de planta: seguimiento diario de alarmas y parámetros del BESS
- Técnico de mantenimiento: ejecución de inspecciones, limpieza y ajustes mecánicos
- Ingeniero de confiabilidad: análisis de tendencias, pruebas predictivas y gestión de cambios
- Gestor de calidad y seguridad: verificación de cumplimiento de normas aplicables.

#### *2.4.6.2.4 Mantenimiento Predictivo.*

El mantenimiento predictivo incluye todas las técnicas destinadas a pronosticar el fallo de un equipo, de tal forma que el componente afectado pueda reemplazarse o repararse de

Consulta Pública

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:
- Paneles
- Conexiones de baja tensión y media tensión.
- Seguidores.
- Inversores.
- Transformadores.
- Análisis de curvas I-V de los strings de paneles fotovoltaicos.
- Análisis de parámetros de producción.
- Temperatura.
- Orientaciones.
- Tensión.
- Corrientes.

#### *2.4.6.2.5 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 paneles, 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 Paneles
- Reparación o reemplazo de las estructuras de bancadas de Paneles
- 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.
- Sustitución de Baterías
- Reparación o sustitución de contadores o elementos de medida.
- Reparación de vallado perimetral.
- Pequeñas reparaciones de caminos.

Consulta Pública

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

#### *2.4.6.2.6 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:

- 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.
- Formación.
- Extensión de garantía de seguidores.
- Mantenimiento extraordinario de inversores

### 2.4.7 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Aunque la vida útil de las instalaciones es de 30 años, se considera indefinida si se van reponiendo los paneles y que, en un futuro, se seguirá haciendo uso de la infraestructura para nuevas tecnologías fotovoltaicas. Por esto no se considera la etapa de abandono en las instalaciones, cuando se requiera se repondrán los paneles deteriorados.

En caso de que se lleve a cabo esta etapa, se realizará en un lapso de 9 meses de acuerdo al siguiente cronograma:

Consulta Pública

*Tabla 18: Cronograma de Abandono.*

| Actividad | Meses | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| **Etapa de Abandono** | | | | | | | | | |
| Desmantelamiento y retiro de las Infraestructuras | X | X | X | X | X | X | X | | |
| Limpieza de áreas | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Programa de Vigilancia Ambiental | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

En caso de abandono, se realizará el desmantelamiento, esto implica dejar el terreno ocupado por el Proyecto a un estado similar al original, teniendo en cuenta, el desgaste natural del predio. Todos los elementos constituyentes del Proyecto serán desmontados o demolidos y todos los escombros retirados a un vertedero autorizado, favoreciendo el reciclaje de los diferentes materiales que componen el Proyecto.

Con el fin de que las operaciones de desmantelamiento se realicen de forma segura, se comenzará con la desconexión eléctrica del Proyecto, para proceder de forma segura al desmontaje de los equipos y conexiones eléctricas, continuando con las mecánicas y con la demolición de las obras civiles, terminando con las operaciones de restitución del suelo sus condiciones originales previas a la construcción del Proyecto.

A continuación, se describen las labores de desmantelamiento de las instalaciones que componen el Proyecto:

#### *2.4.7.1 Desconexión de la Red Eléctrica*

Una vez que el Proyecto finalice su actividad y antes de proceder al desmantelamiento de las instalaciones, se procederá a la desconexión de la red eléctrica.

#### *2.4.7.2 Desmantelamiento de equipo*

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

Se describe a continuación el desmantelamiento de los equipos principales del Proyecto:

Desmantelamiento de los Módulos

Para llevar a cabo el desmontaje mecánico de los módulos que constituyen el generador fotovoltaico, en primer lugar, se debe realizar la desconexión eléctrica de las series de los módulos. Una vez que se haya garantizado la desconexión del sistema eléctrico se procederá en retirar los módulos de la estructura de soporte siguiendo el proceso inverso al adoptado durante su instalación

Los módulos se irán desmontando y acopiando en zonas habilitadas para ese fin del vial más próximo, donde se irán colocando en pallets. Los módulos se repartirán por categorías en función de su estado de degradación para poder reutilizarlos en caso de que se considere conveniente. El resto se reciclarían separando los principales elementos que los

Consulta Pública

componen. Las juntas aislantes colocadas entre los módulos y los marcos se separarán y se reciclarán de forma independiente.

Desde las zonas de acopio se trasladarán los pallets a un camión situado a la salida del Proyecto, para su traslado al destino final.

Desmantelamiento de los Seguidores Solares (trackers)

Para realizar el desmantelamiento de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos, el primer paso es el desensamblaje de todos los elementos metálicos.

Los materiales metálicos que se obtienen se acopiarán en las zonas habilitadas para ello, desde donde se trasladarán para su carga en camión por medio del manipulador telescópico y el camión pluma.

El desmontaje de las estructuras se hará secuencialmente y solo tras el desmontaje de los módulos fotovoltaicos, y tras la desinstalación de los cuatros y materiales eléctricos y de control que pertenecen a los mismos seguidores.

Todos los materiales retirados se trasladarán desde las zonas de acopio hasta el camión para trasladarlos a un vertedero autorizado o a una planta de tratamiento para su aprovechamiento, separando los distintos materiales en función de su destino.

Desmantelamiento de la Instalación de Eléctrica

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- Remoción del cableado solar de los módulos fotovoltaicos
- Remoción del cable de continua desde los módulos a los inversores.
- Remoción del cable de cable de corriente alterna desde los centros de transformación al punto de conexión, incluyendo la red de tierra y todos sus elementos.

El cable se organizará por tipo de cable y se acoparía en contenedores distribuidos por la obra para dicho fin. Para desmontar las líneas subterráneas se recuperará en primer lugar el cableado y se abrirán después las zanjas para extraer las canalizaciones. También se demolerán las arquetas de registro distribuidas en el trazado de dicha red subterránea.

Tras la remoción del cableado se procederá con remover los inversores, los transformadores, las celdas de media tensión, los equipos de medida protección y control

Los inversores son equipos de grandes dimensiones, por lo que será necesaria la ayuda del camión pluma o el manipulador telescópico para su traslado hasta el camión situado a la entrada del Proyecto.

Todos los elementos recuperados, entre los que fundamentalmente hay cables de aluminio y cobre y material eléctrico, se acopiarán en los puntos habilitados para ello, para después llevarlos al camión separados según su destino, ya sea para su posterior reciclado o reutilización cuando sea posible o para su entrega a vertedero autorizado de cada tipo de material en caso contrario.

*Desmantelamiento de la Obra Civil*

Consulta Pública

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

En el caso de edificios fabricados en el Proyecto, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado.

Los viales y caminos interiores, y correspondientes cunetas y bordillos, se desmantelarán una vez finalizado el desmantelamiento de todas las instalaciones del Proyecto, siempre y cuando los servicios forestales o las autoridades competentes no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

#### *2.4.7.3 Medidas Correctoras y Restauración Paisajística*

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr algunos de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la tabla siguiente aparece un esquema simplificado de los aspectos a considerar para el buen desarrollo de las medidas correctoras a realizar

| Factor Ambiental | Medidas Correctoras |
|---|---|
| Contaminación Atmosférica | - Reducir los niveles de polvo. |
| Contaminación Acústica | - Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento.<br>- Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas.<br>- Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud. |
| Suelo | - Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase.<br>- Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones. |
| Vegetación | - Revegetación de los puntos ocupados por las instalaciones, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima. |
| Paisaje | - Restauración paisajística de las zonas ocupadas por las instalaciones. |

Consulta Pública

### 2.4.8 Residuos

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado. Atendiendo a las características del Proyecto, así como del emplazamiento y del trazado de la Red de Media Tensión, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este Proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos. A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

#### *2.4.8.1 Tipo I. Residuos Vegetales Procedentes del Desmonte, Despalme y/o Acondicionamiento del Terreno*

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación afectadas, es decir las áreas con vegetación densa, matorrales y/o arbustos, principalmente las más cercanas a arroyos y/o las zonas no agrícolas. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero

#### *2.4.8.2 Tipo II. Tierras y Pétreos de la Excavación*

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará el Proyecto tiene una orografía adecuada, aun así, se realizarán Movimientos de tierra para cumplir con los criterios de pendientes máximas recogidas en la Memoria de Movimientos de Tierra de este proyecto.

Las zanjas por realizar para los cables del Proyecto tendrán unas dimensiones de profundidad y de ancho en función del tipo de cableado que discurra por cada zanja, diferenciando así entre canalizaciones de red eléctrica y de tierras y canalizaciones de

Consulta Pública

seguridad. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

A parte de lo anterior, tanto para las Estaciones de Potencia como para el Centro de Control y Mantenimiento y el Almacén de Repuestos, se realizarán movimientos de tierra para la adecuación del terreno del área en la que se vayan a instalar.

En el Proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de las diferentes excavaciones. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido. Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

#### *2.4.8.3 Tipo III. Residuos Inertes de Naturaleza Pétrea Resultantes de la Ejecución de la Obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)*

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de estos, entre otros.

Las Estaciones de

ia se cimentarán sobre losa de aproximadamente 2,5 m x 6 m en planta (15 $m^2$). En su diseño en forma de bancada tendrá en cuenta una leve pendiente para evacuación de aguas. Esta losa tendrá un espesor de al menos 0.15 metros, extendida sobre hormigón de limpieza.

Adicionalmente a lo anterior, el Edifico de Control y el Almacén se cimentarán sobre losa de aproximadamente 10m x 16.5 m en planta (165 $m^2$) y 10m x 11m en planta (110 $m^2$) respectivamente. En su diseño en forma de bancada tendrá en cuenta una leve pendiente para evacuación de aguas. Esta losa tendrá un espesor de al menos 0.15 metros, extendida sobre hormigón de limpieza.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

#### *2.4.8.4 Tipo IV. Residuos de Naturaleza no Pétrea Resultantes de la Ejecución de la Obra*

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Consulta Pública

#### 2.4.8.5 Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

De acuerdo a la clasificación anterior durante las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se generarán residuos sólidos (no peligrosos, de manejo especial, peligrosos) y aguas sanitarias:

#### 2.4.8.6 Residuos Sólidos

Los residuos sólidos se clasifican en no peligrosos y peligrosos

##### 2.4.8.6.1 Residuos Sólidos No Peligrosos

Se clasifican en:

- Residuos sólidos urbanos
- Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje
- Residuos de manejo especial

Durante la obra (y al final está) y durante las actividades de operación y manejo los residuos sólidos no peligrosos realmente producidos (tipo y cantidades) quedarán registrados en las correspondientes bitácoras.

- Bitácora de residuos sólidos urbanos y susceptibles de reutilización y reciclaje.
- Bitácora de residuos de manejo especial.

*Tabla 19:Clasificación de residuos sólidos no peligrosos.*

| Residuos sólidos urbanos (susceptibles a reutilización y reciclaje) | Residuos de Manejo Especial |
|---|---|
| Madera | Residuos de concreto (cimentaciones) |
| Papel | Producto de desmonte y despalme |
| Cartón | Material producto de excavación |
| Metales | Electrónicos (distintos componentes, cables, etc.) |
| Plásticos (PET) | Residuos de rocas |
| Vidrio | Residuos de demolición (cemento) |
| Basura (restos de comida, envolturas, etc.) | Metálicos (chatarra) |

##### 2.4.8.6.2 Residuos Peligrosos

*Categorización de Generadores y Registro*

Antes de iniciar el proceso constructivo (obra civil, montaje electromecánico y pruebas preoperativas) del proyecto donde se prevé generar residuos peligrosos, se tiene la obligación de definir la categorización en este caso en la categoría de Pequeño Generador (entre 450 kg y 10 t) así como obtener su registro ante SEMARNAT en la delegación federal del estado de Guanajuato.

Los residuos serán clasificados como peligrosos cuando:

Consulta Pública

- Se encuentren definidos como tal en la legislación ambiental.
- Se encuentren en alguno de los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005.
- Cuando sean biológico-infecciosos, se gestionarán de acuerdo con la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
- Sean productos usados, caducos o fuera de especificación.
- Exista una mezcla de Residuos Peligrosos (RP) con otros residuos o los envases que contuvieron sustancias o residuos peligrosos y aquellos equipos o construcciones que hubiesen estado en contacto con RP y sean desechados.
- Se mezcle suelo con residuos peligrosos, debido a algún derrame o por lixiviación de RP al suelo.

Los residuos peligrosos en donde se determine alguna de las características CRETIB, resultado de alguna prueba o análisis. Dichos registros deberán conservarse durante 5 (cinco) años. Estos serán registrados en la bitácora de generación de acuerdo con las características CRETIB, asignando el Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR), basándose en la siguiente tabla:

*Tabla 20: Características de los residuos CRETIB.*

| Características | Descripción | CPR |
|---|---|---|
| Corrosividad | Es corrosivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades: | C |
| | Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente | |
| | Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente | |
| | Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 mm o más por año a una temperatura de 328 K (55°C), según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente. | |
| Reactividad | Es reactivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades: | R |
| | Es un líquido o solido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente. | |
| | Cuando se pone en contacto con el agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente | |
| | Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor, según el procedimiento de la NOM correspondiente. | |
| | Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones acidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500gm de ácidos sulfhídrico por kg de residuo, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente | |

Consulta Pública

| Características | Descripción | CPR |
|---|---|---|
| Explosividad | Es explosivo cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo. | E |
| Toxicidad | Es toxico ambiental cuando el extracto del PECT, obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, cuando contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos de la Tabla 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005 en una concentración mayor a los limites ahí señalados, la cual deberá obtenerse según los procedimientos que se establecen en las NOM correspondientes | T |
| Ambiental | Característica de una substancia o mezcla de sustancias que ocasionan un desequilibrio ecológico | Te |
| Aguda | Grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola explosión, daños o la muerte de algún organismo. | Th |
| Crónica | Propiedad de una substancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de explosiones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratógenos o mutagénicos. | Tt |
| Inflamabilidad | Es inflamable cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades: | I |
| | Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución que tiene un punto de una inflamación inferior a 60.5 C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%. | |
| | No es un líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25 °C, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente. | |
| | Es un gas que, a 20 °C y una presión de 101.9 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con el aire de cuando menos 12 % sin importar el límite inferior de inflamabilidad. | |
| | Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material | |
| Biológico / infeccioso | Es biológico - infeccioso de conformidad con lo que se establece en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 | B |
| Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos listados 3 y 4 de la NOM052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica de residuos peligrosos de mayor volumen, agregándole al CPR la Letra M | | |

Se deberá asignar la clave correspondiente de acuerdo con los listados 1, 2, 3, 4 y 5 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, con los siguientes datos: nombre genérico y clave del residuo peligroso:

Consulta Pública

*Tabla 21: Categoría de los residuos peligrosos.*

| Categoría | Tipo | Clave |
|---|---|---|
| Aceite gastado | Dieléctricos | 05 |
| | Lubricantes | 01 |
| | Hidráulicos | 03 |
| | Solubles | 02 |
| | Templado de Metales | 06 |
| | Otros (especifique) | 04 |
| Breas | Catalíticas | B1 |
| | De Destilación | B2 |
| | Otras (Especifique) | B3 |
| Biológico-Infecciosos | Cultivo y Cepas | BI1 |
| | Objetos Punzocortantes | BI2 |
| | Residuos Patológicos | BI3 |
| | Residuos No Anatómicos | BI4 |
| | Sangre | BI5 |
| Escorias de Metales Pesados | Finas | E1 |
| | Granulares | E2 |
| Líquidos Residuales de Proceso | Corrosivos | LR1 |
| | No Corrosivos | LR2 |
| **Lodos Aceitosos** | | **L6** |
| Lodos Provenientes de: | Galvanoplastia | L3 |
| | Proceso de Pinturas | L5 |
| | Templado de Metales | L4 |
| | Tratamiento de Aguas de Aguas de Proceso | L2 |
| | Tratamiento de Aguas Negras | L1 |
| | Otros (especifique) | L7 |
| Sólidos | Telas, Pieles o Asbesto encapsulado | SO1 |
| | De Mantenimiento Automotriz | SO2 |
| | Con Metales Pesados | SO5 |
| | Tortas de Filtro | SO3 |
| | Otros (especifique) | SO4 |
| Solventes | Orgánicos | S1 |
| | Órgano Clorados | S2 |
| Sustancias Corrosivas | Ácidos | C1 |
| | Álcalis | C2 |
| **Otros Residuos Peligrosos (especifique)** | | **O** |

Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos de los Listados 3 y 4 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica del residuo de mayor volumen, agregándole al CPR la letra "M". Cada residuo peligroso será identificado con diferentes símbolos de características de peligrosidad para la identificación y etiquetado de bidones de residuos peligrosos, de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005 según aplique y corresponda.

Consulta Pública

Los residuos peligrosos que se tienen contemplados provienen de bolsas, estopas y trapos impregnados de hidrocarburos o/y aceites; y de envases plásticos y metálicos que contuvieron aceites, diésel o gasolina.

#### *2.4.8.7 Residuos Líquidos*

Los únicos residuos líquidos que se generaran durante el proyecto serán las aguas sanitarias, provenientes de los baños móviles durante la etapa de operación y construcción y será la empresa contratada para brindar este servicio quien se encargue de la recolección, tratamiento y disposición final de este residuo.

Se calcula un sanitario por cada 25 trabajadores, por lo tanto, para las 135 personas que laborarán durante la duración de las etapas de preparación y construcción del proyecto, se utilizarán 4,860 litros de agua al mes. Calculando la contratación de 6 baños portátiles con un gasto de agua diaria de 34.4285 litros (por sanitario).

Durante la operación y el mantenimiento del Proyecto se utilizarán los sanitarios de las instalaciones del proyecto, que contarán con una fosa séptica y se contratara el servicio con una empresa autorizada para su limpieza y mantenimiento. Se calcula un gasto de 3,240 litros al mes. Con un gasto de 9 litros por persona diario para las 12 personas que laborarán en esta etapa.

En caso de que la etapa de abandono se llevara a cabo, se estima que se usaran 13,620 litros de agua al mes. Calculando la contratación de 2 baños portátiles (1 por cada 25 personas) con un gasto de agua diaria de 34.4285 litros (por sanitario) para los 45 trabajadores que participarán en esta etapa.

#### *2.4.8.8 Cantidades de Generación*

La identificación de cada uno de los residuos a generar en el proyecto, y la estimación inicial de las cantidades totales, son los indicados en la siguiente tabla; para su cálculo se han tenido en consideración las actividades generadoras de residuos, datos del proyecto conocidos hasta el momento y datos de residuos producidos en proyectos similares.

Se calcula que se producirán 0.486 toneladas de basura urbana durante la duración de las etapas de preparación y construcción. Durante la etapa de operación y mantenimiento la producción de residuos sólidos será de 0.012 t al año, debido a que la presencia de personal en el proyecto se reduce. En caso de que se llegara a realizar el abandono, se producirán 0.024 t de basura urbana para los 9 meses que durará esta etapa.

Durante las etapas de Preparación y de Construcción, se generarán alrededor de 1,522,914.902 $m^3$ de residuos de manejo especial, provenientes de los restos de los materiales de las excavaciones; cabe resaltar que este material será almacenado para su posterior utilización en las zonas de construcción (cimentaciones, rellenado de zanjas, etc.).

Para el caso de la fase de abandono, se estima que se generarán 169,212.77 $m^3$ de residuos de manejo especial.

La estimación de generación de residuos durante las fases del proyecto serán las siguientes cantidades:

Consulta Pública

Para las etapas de Preparación y Construcción:

*Tabla 22: Residuos estimados en la etapa de Preparación.*

| Etapa de Preparación del Proyecto | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de residuo** | **Nombre** | **Cantidad ($m^3$)** | **Cantidad (toneladas)** | **Observaciones** |
| Residuos no peligrosos | Basura municipal (restos de comida, envolturas, etc.). | - | 0.0067 | - |
| | Madera | - | 0.005 | - |
| | Metal (fierro dulce) | - | 0.0083 | - |
| | Cartón | - | 0.00083 | - |
| | Aluminio | - | 0 | - |
| | Cobre (cable) | - | 0 | - |
| | Vidrio | - | 0 | - |
| | Plásticos (PET) y otros | | 0.0025 | |
| Residuos de manejo especial | Residuos de excavaciones, concreto y escombro. | 507,638.301 | Parte del material de excavación se utilizará para el relleno de las obra necesarias, siempre y cuando cumplan con las características necesarias | |
| Residuos Peligrosos | Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros) | - | 0.00333 | - |
| | Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores) | - | 0.00333 | - |
| | Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes | - | 0.05 | - |
| | Aceites gastados (lubricante e hidráulico) | - | 0.0075 | - |
| | Envases de aerosol | | 0.00167 | |
| **Total** | | **507,638.301** | 0.0892 | **-** |

Consulta Pública

*Tabla 23: Residuos estimados en la etapa de Operación.*

| Etapa de Construcción del Proyecto | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de residuo** | **Nombre** | **Cantidad ($m^3$)** | **Cantidad (toneladas)** | **Observaciones** |
| Residuos no peligrosos | Basura municipal (restos de comida, envolturas, etc.). | - | 0.479167 | |
| | Madera | - | 95.833 | |
| | Metal (fierro dulce) | - | 0.575 | |
| | Cartón | - | 47.917 | |
| | Aluminio | - | 33.542 | |
| | Cobre (cable) | - | 11.979 | |
| | Vidrio | - | 0.107 | |
| | Plásticos (PET) y otros | | 3.354 | |
| Residuos de manejo especial | Residuos de excavaciones, concreto y escombro. | 1,015,276.601 | | |
| Residuos Peligrosos | Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros) | - | 0.047917 | |
| | Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores) | - | 0.047917 | |
| | Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes | - | 0.2875 | |
| | Aceites gastados (lubricante e hidráulico) | - | 0.23958 | |
| | Envases de aerosol | | 0.02875 | |
| | Silicón y resinas | | 0.00958 | |
| | Envases de electrolitos (envases y baterías) | | 0.00958 | |
| | Pinturas / Solventes (estado líquido) | | 0.02875 | |
| | Residuos de soldadura (escorias) | | 0.02875 | |
| | Residuos de soldadura cadweld | | 0.02875 | |
| | Residuos de acido | | 0.0047 | |
| | Agua con aceite | | 0.0047 | |
| | Residuo de asfalto | | 0.115 | |
| | lámparas fluorescentes y pilas | | 0.00479 | |
| **Total** | | **1,015,276.601** | **194.673** | |

Consulta Pública

*Tabla 24: Residuos estimados en la etapa de Operación y Mantenimiento.*

| Etapa de Operación y Mantenimiento del Proyecto | | |
|---|---|---|
| **Tipo de residuo** | **Nombre** | **Cantidad (toneladas)** |
| Residuos no peligrosos | Basura municipal (restos de comida, envolturas, etc.). | 0.024 |
| | Madera | 0.720 |
| | Metal (fierro dulce) | 0.600 |
| | Cartón | 0.096 |
| | Aluminio | 0.072 |
| | Cobre (cable) | 0.072 |
| | Vidrio | 0.005 |
| | Plásticos (PET) y otros | 0.005 |
| Residuos Peligrosos | Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros) | 0.0096 |
| | Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores) | 0.0096 |
| | Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes | 0.012 |
| | Aceites gastados (lubricante e hidráulico) | 0.024 |
| | Envases de aerosol | 0.0024 |
| | Silicón y resinas | 0.012 |
| | Envases de electrolitos (envases y baterías) | 0.012 |
| | Pinturas / Solventes (estado líquido) | 0.012 |
| | Residuos de soldadura (escorias) | 0.012 |
| | Residuos de soldadura cadweld | 0.012 |
| | Residuos de acido | 0.0072 |
| | lámparas fluorescentes y pilas | 0.0048 |
| **Total** | | **1.723** |

*Tabla 25: Residuos estimados en la etapa de Abandono.*

| Etapa de Abandono del Proyecto | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de residuo** | **Nombre** | **Cantidad ($m^3$)** | **Cantidad (toneladas)** | **Observaciones** |
| Residuos no peligrosos | Basura municipal (restos de comida, envolturas, etc.). | - | 1.35 | |
| | Madera | - | 56.25 | |
| | Metal (fierro dulce) | - | 33.75 | |
| | Cartón | - | 33.75 | |
| | Aluminio | - | 0.3375 | |
| | Cobre (cable) | - | 112.5 | |
| | Vidrio | - | 112.5 | |
| | Plásticos (PET) y otros | | 0.252 | |
| Residuos de manejo especial | Residuos de excavaciones, concreto y escombro. | 169,212.766 | | |
| Residuos Peligrosos | Solidos con Hidrocarburos (trapos, plásticos, cartón, filtros) | - | 0.16875 | |
| | Solidos con solventes y pinturas (trapos, plásticos, contenedores) | - | 0.1575 | |

Consulta Pública

| Etapa de Abandono del Proyecto | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de residuo** | **Nombre** | **Cantidad ($m^3$)** | **Cantidad (toneladas)** | **Observaciones** |
| | Suelo contaminado con hidrocarburos y solventes | - | 0.675 | |
| | Aceites gastados (lubricante e hidráulico) | - | 0.5625 | |
| | Envases de electrolitos (envases y baterías) | | 0.225 | |
| | Pinturas / Solventes (estado líquido) | | 0.0675 | |
| | Residuos de acido | | 0.225 | |
| | Residuo de asfalto | | 0.45 | |
| | lámparas fluorescentes y pilas | | 0.27 | |
| **Total** | | **169,212.766** | **361.365** | |

En caso de ser necesario, esta estimación inicial será actualizada al inicio de cada etapa para adecuarla a la última información disponible del Proyecto.

#### *2.4.8.8.1 Residuos de Paneles Solares*

Los paneles fotovoltaicos a usar para el proyecto tienen un nivel de rendimiento del 80 % al término de 25 años, con una degradación promedio anual de 0.5 % según datos del fabricante, sin embargo, en caso de ser necesario se llevarán a cabo las siguientes actividades para identificar y retirar aquellos paneles que entren en desuso y que lleguen a generar residuos:

Identificación y Clasificación de Residuos

- Residuos de manejo especial: paneles solares en desuso, estructuras metálicas, cables.
- Residuos peligrosos: si contienen plomo, cadmio o materiales contaminantes.
- Residuos valorizables: vidrio, aluminio, silicio, cobre.

Estrategias de Manejo y Reciclaje

- Inventario y trazabilidad: registro de paneles retirados (marca, modelo, número de serie, estado).
- Desmontaje seguro: retiro manual por personal capacitado, evitando roturas.
- Separación de materiales:
- Vidrio y aluminio: reciclaje en centros autorizados.
- Silicio y metales raros: recuperación en plantas especializadas.
- Cables y conectores: reciclaje de cobre y plásticos.
- Almacenamiento temporal: en áreas techadas, con señalización y contención.

Disposición Final

- Reciclaje prioritario: hasta el 96% de los materiales pueden recuperarse.
- Gestión por empresas autorizadas.
- Disposición en rellenos sanitarios: la empresa encargada del reciclaje los usará para desechar solo las fracciones no reciclables, con autorización de la autoridad.

Consulta Pública

Educación y Mejora Continua

- Capacitación del personal en manejo seguro y normativas.
- Auditorías internas y externas.
- Evaluación periódica de proveedores de reciclaje.

#### *2.4.8.9 Vida útil estimada de las baterías usadas para el Almacenamiento de energía BESS.*

Las baterías de iones de litio tipo LFP, las baterías usadas para el proyecto cuentan con un promedio de 6 000 y 8 000 ciclos de carga/descarga a un 80 % de profundidad de descarga. Esto equivale a una vida útil operativa de aproximadamente 10 a 15 años, dependiendo de las condiciones de operación y temperatura ambiente. En caso de ser necesario el reemplazo por algún desperfecto o mal funcionamiento se deberán seguir las siguientes actividades:

Reemplazo basado en vida útil

Con el fin de garantizar la capacidad y confiabilidad del sistema, se contempla el reemplazo de los módulos de baterías cuando ocurra alguna de estas condiciones, lo que suceda primero:

- La capacidad remanente alcance el 70 % de la nominal.
- Se cumplan 10 años de operación.

Estrategias para detectar el momento óptimo de reemplazo:

- Monitorización continua de la capacidad y resistencia interna del Sistema de Gestión de Baterías.
- Alarmas anticipadas que avisan al gestor del proyecto para programar mantenimientos.

Medidas para la disposición y manejo al final de su ciclo de vida

Descarga y desenergización segura

- Vaciar al 0 % del Estado de Carga bajo supervisión en el Sistema de Gestión de Baterías.
- Aislar eléctricamente cada módulo para prevenir cortocircuitos.

Clasificación y segregación

- Identificar módulos aptos para “segunda vida” en aplicaciones de baja demanda.
- Etiquetar el resto como residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Transporte conforme a la regulación internacional

- Embalajes y señalización de mercancía peligrosa.
- Uso de transportistas especializados autorizados para baterías.

Reciclaje y recuperación de materiales

- Envío a plantas certificadas que emplean procesos hidrometalúrgicos o pirometalúrgicos.

Consulta Pública

- Recuperación de litio, hierro, fósforo, cobre y otros metales para reinserción industrial.

Gestión documental y cierre de ciclo

- Registro de volúmenes, tipos de batería y destinos finales.
- Certificados de tratamiento emitidos por gestores autorizados.

#### *2.4.8.10 Infraestructura Adecuada Para el Manejo y Disposición Adecuada de los Residuos*

Los residuos sólidos no peligrosos generados serán separados de acuerdo con las características que presenten, se contendrán en cada frente de trabajo, mediante contenedores con tapa y debidamente etiquetados. Se almacenarán temporalmente de acuerdo con los siguientes criterios:

#### *2.4.8.11 Residuos Susceptibles a Reutilización y Reciclaje*

Los residuos susceptibles a reutilización y reciclaje (principalmente residuos inorgánicos) que se generen durante las actividades constructivas se podrán dar en donación, siempre y cuando el personal del Proyecto lo autorice (director o residente de obra), como madera de desecho, tierra de excavación, chatarra, blocs de desecho, plásticos (petos), plásticos utilizados en equipos, lonas, que pueden ser utilizados por los propietarios, por las comunidades cercanas al proyecto, de lo contrario serán donados o vendidos a empresas especializadas (recicladoras) debidamente autorizadas.

#### *2.4.8.12 Residuos de Manejo Especial*

Para la gestión de los residuos de manejo especial, previamente se deberá consultar ante las instancias ambientales gubernamentales donde se ubique el proyecto, si es necesario o no la integración de un Plan de Manejo específico para el tipo de residuos que se generarán; instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos, medianos y grandes generadores de estos residuos. Este plan aplica siempre y cuando la generación de estos se encuentre en la categoría de mediano y gran generador.

Para el tratamiento de residuos se contratará a una empresa especializada y autorizada para dar el debido tratamiento de recolección, transporte y disposición final a este tipo de residuos.

En específico la materia orgánica producto del desmonte y despalme se dispersará en las áreas de reforestación previamente determinadas y evaluadas, se deberá utilizar como mejorador de suelos/control de erosión.

Consulta Pública

#### *2.4.8.12.1 Residuos Sólidos Urbanos (Sólidos Municipales)*

Los residuos sólidos urbanos generados se clasificarán de la siguiente manera: residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos (residuos de comida, cáscara de frutas, etc.) se colocarán en contenedores de color debidamente rotulado y provisto con tapa, para no atraer especies de fauna doméstica o silvestre. Para los residuos inorgánicos (plásticos, papel, flejes, etc.) se colocarán contenedores debidamente rotulados y con tapa.

El tamaño de los contenedores estará en función de las necesidades del proyecto, y en caso de que el promovente o autoridades en materia ambiental, soliciten el cambio de color o agregar un color para la separación de los residuos se tomará en consideración.

A los contenedores se los pondrá una bolsa de plástico para permitir un manejo práctico y fácil de los residuos y permitir que los recipientes se mantengan en buen estado. Estos se distribuirán en sitios estratégicos en el proyecto para que los trabajadores depositen los residuos y se mantenga limpia el área de trabajo.

Los residuos urbanos se registrarán en la Bitácora de residuos sólidos urbanos, y susceptibles a reutilización y reciclaje. La disposición final de los residuos sólidos no peligrosos se realizará por medio de una empresa autorizada (privada) o por el departamento de limpia municipal.

El supervisor ambiental realizará recorridos para verificar que los contenedores no rebasen del 80% de su capacidad y evitar que las áreas donde estén los recipientes se encuentren sucias.

#### *2.4.8.13 Almacenamiento Temporal de Residuos No Peligrosos*

Para residuos sólidos urbanos (reutilización-reciclaje) se requiere habilitar un área para almacenar temporalmente estos residuos, esta estará localizada en el área de obras temporales y las características mínimas que se debe cumplir son:

- Que se asigne un espacio dentro del área del proyecto, previamente autorizada
- Que el área este delimitada (malla ciclónica, bardeada, etc.)
- Estar techado
- Se deberá asignar un espacio específico para cada tipo de residuo a almacenar y deberá estar identificado y delimitado
- Deberá contar con las medidas mínimas de seguridad

Consulta Pública

*Figura 16: Esquema de Almacén de residuos susceptibles a reutilización y reciclaje.*



### *2.4.8.14 Residuos Peligrosos*

Se deberá asegurar que el personal asignado para almacenar los Residuos Peligrosos (RP), evite mezclarlos entre sí o con otros residuos y que no los deposite en lugares no autorizados.

Se deberán segregar y envasar de acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad y considerando su incompatibilidad con otros residuos, en envases:

- Cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad, previstas en la normativa, necesarias para evitar que, durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo.
- Identificados con nombre, clave y características del residuo.
- Los contenedores para residuos peligrosos deberán ser rojos preferentemente; sin embargo, si la autoridad solicita que se utilice un color diferente de contenedor para cada tipo de Residuos Peligrosos es aceptable.

Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:

- Incompatibles en los términos de la legislación
- En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento
- En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los Impresos I-GPM10602-C y I-GPM10602-D.
- Por más de seis meses

Se realizará el almacenaje de los Residuos Peligrosos considerando sus características de incompatibilidad, las cuales se establecen en la NOM-054-SEMARNAT-1993.

Los contenedores se deberán identificar y etiquetar para el almacenaje de los residuos peligrosos, citando su contenido y características de riesgo, estos contenedores deberán estar en buenas condiciones, con su tapa; se identificará cada uno de los contenedores con su etiqueta correspondiente con:

- Datos del generador de Residuo Peligroso (razón social, dirección)
- Nombre del residuo peligroso (categoría, tipo, clave)

Consulta Pública

- Características de peligrosidad (CPR)
- Fecha de ingreso al almacén
- Trazabilidad del residuo peligroso en cada contenedor
- Se deberá contar con copia de las hojas de datos de los materiales peligrosos (MSDS) dentro del almacén temporal.

El almacenamiento de residuos peligrosos debe cubrir condiciones básicas para los centros de acopio temporal. Al inicio del proyecto se deberá definir el establecimiento de un almacén de Residuos Peligrosos, según se especifique en la legislación ambiental y/o contractualmente; el cual comenzará a operar desde el momento en que estos se empiecen a generar.

Los almacenes temporales deberán cumplir con la legislación aplicable a los sitios de almacenamiento de Residuos Peligrosos. El almacén temporal podrá ser utilizado cuando el proyecto genere un volumen tal que se encuentre en el intervalo de la categoría de Pequeño Generador (entre 450 kg y 10 t) principalmente.

Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

*Figura 17: Almacenaje de los Residuos Peligrosos.*




### *2.4.8.15 Recolección y Transporte*

#### *2.4.8.15.1 Residuos Peligrosos*

Para la recolección y transporte de los residuos peligrosos se contratará a una empresa especializada y autorizada ante la SEMARNAT y la SCT. Esta deberá entregar los permisos vigentes, además de las autorizaciones del sitio de disposición final en donde se confinarán los residuos peligrosos.

La empresa responsable de la recolección de los residuos deberá entregar por cada evento, el Manifiesto de entrega, transporte y recepción correspondiente, así como la orden de embarque y el certificado de destino final correspondiente; el manifiesto deberá ser conservado durante cinco años. Adicionalmente deberá considerar lo siguiente:

Copia Pública

- Verificar que los residuos peligrosos de que se trate estén debidamente etiquetados e identificados, y en su caso, envasados y embalados
- Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes
- Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de Residuos Peligrosos
- Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de Residuos Peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que del mismo le corresponden.

Observar las características de compatibilidad para el transporte de los Residuos Peligrosos.

Los residuos que contengan agentes infecciosos que les confieren peligrosidad no podrán ser transportarlos junto con ningún otro tipo de Residuo Peligroso.

#### *2.4.8.16 Disposición Final*

#### *2.4.8.17 Residuos Sólidos No Peligrosos*

Al inicio del proyecto, el supervisor ambiental deberá identificar y ubicar si existe un relleno sanitario o tiradero municipal autorizado cerca del área de influencia donde se construirán las obras. En el caso de que dichas áreas existan y se encuentren alejadas y no se cuente con el servicio de recolección municipal o particular; será necesario trasladar los residuos en vehículos particulares, acondicionando un vehículo para evitar escurrimientos, malos olores, dispersión de basura con el aire, y deberán ser limpiados una vez concluida dicha actividad. Siempre que sea factible se deberá utilizar el servicio de recolección municipal o contratar un servicio particular. Para la disposición final de estos residuos se deberá contar con las autorizaciones o convenios realizados.

#### *2.4.8.17.1 Residuos Peligrosos*

Una vez que los residuos peligrosos han sido transportados para disposición final, el prestador de servicios deberá entregar el manifiesto de cada disposición final y certificado correspondiente, mencionando si estos serán reutilizados, reciclados o para co-procesamiento por la empresa que ha dado disposición final.

#### *2.4.8.18 Aviso de Cierre como Generadores*

Una vez construido el proyecto, se elaborará el aviso por escrito de cierre o finalización del proceso constructivo que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso y la explicación correspondiente y se presentará a la Secretaría (SEMARNAT) en la delegación correspondiente al estado de Guanajuato, con la siguiente información:

Como pequeños generadores de residuos peligrosos (este proyecto se tendría esta categoría durante el proceso constructivo) proporcionará:

- La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos;

Consulta Pública

- 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;
- El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo;
- El diagrama de tubería de proceso, instrumentación y drenajes de la instalación,
- 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.

Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta.

### 2.4.9 Generación de gases de efecto invernadero

Se conoce como efecto invernadero a la forma en que el calor queda atrapado cerca de la superficie de la Tierra por los gases de efecto invernadero. Dichos gases envuelven a la Tierra para mantenerla a una temperatura cálida ya que sin ella la superficie terrestre sería de 33°C menos cálida[6].

Los gases de efecto invernadero ocurren de forma natural ya que son parte de la composición de la atmósfera terrestre y que permiten que la vida ocurra, sin embargo, las actividades humanas han alterado el equilibrio energético natural del planeta, principalmente a través de la quema de combustibles fósiles agregando dióxido de carbono al aire haciendo que se atrape calor adicional cerca de la superficie de la Tierra haciendo aumentar las temperas en los últimos años.

Los principales contaminantes climáticos de vida corta son:

- Carbono negro (CN)
- Metano ($CH_4$)
- Ozono troposférico ($O_3$)
- Hidrofluorocarbonos (HFC's)

#### *2.4.9.1 Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero.*

El presente proyecto tiene contemplada la generación de gases de efecto invernadero durante las etapas de preparación y construcción solamente por parte de las fuentes móviles como son los vehículos y maquinaria utilizados durante las etapas ya mencionadas anteriormente. Los gases contemplados a generar son: Dióxido de Carbono ($CO_2$), Metano ($CH_4$) y Óxido de Nitrógeno ($N_2O$).

[6] *https://climate.nasa.gov/faq/70/que-es-el-efecto-invernadero/*

Consulta Pública

#### *2.4.9.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, $CO_2$, $CH_4$, $N_2O$, CFC, $O_3$, entre otros.*

A continuación, se muestra una estimación de la cantidad de gases generada durante las diferentes etapas que dura el Proyecto. Cabe señalar que esta estimación se realizó con base a Metodología para calcular las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) hecha por el gobierno del Estado de México[7].

De acuerdo a dicha metodología, el Cálculo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, se realiza bajo 3 componentes esenciales, los cuáles son:

- Tipo de Combustible.
- Factor de Emisión que es el valor dado por la relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y el consumo de combustible utilizado.
- Consumo de Combustible.

Para obtener la cantidad de cada Gas de Efecto Invernadero se debe seguir con la siguiente fórmula:

$$Emisión_{GEI} = CC_i \times FE_{GEI}$$

Dónde:

$CC_i$ es el Consumo de combustible (i) utilizado al año en Tera Joules (TJ)

$FE_{GEI}$ es el Factor de emisión para el combustible i para cada tipo de GEI en toneladas de GEI por Tera Joules ($t_{GEI}$/TJ).

GEI es el tipo de Gas de efecto invernadero ($CO_2$, $CH_4$ y $N_2O$)

i = Tipo de combustible (Gas natural, Gas L.P., diésel, gasolina, entre otros)

Con respecto al Factor de emisión se usará el valor establecido por los lineamientos presentados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC sus siglas en inglés) creado por la ONU[8].

Consulta Pública

[7] *https://sfpya.edomexico.gob.mx/recaudacion/ReadFile.jsp?File=MetodologiaEmisionesEP.pdf*

[8] *https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/981195/lista_de_combustibles_2025.pdf*

*Tabla 26: Factor de Emisión.*

| Tipo de Combustible | Factor de emisión para $CO_2$ (En kg/TJ) | Factor de emisión para $CH_4$ (En kg/TJ) | Factor de emisión para $N_2O$ (En kg/TJ) |
|---|---|---|---|
| Gasolina | 69.3 | 3.8 | 5.7 |
| Diésel | 74.10 | 3.9 | 3.9 |

El consumo de combustible estimado anual en TJ para el proyecto estará dado por la siguiente tabla:

*Tabla 27: Consumo de combustible para el proyecto.*

| Estimación de Consumo de Combustible para el proyecto. | | | |
|---|---|---|---|
| **Etapa** | **Vehículo** | **Tipo de Combustible** | **Cantidad de Combustible en TJ** |
| Preparación | Pickup | Gasolina | 0.00026188 |
| | Motoconformadora | Diésel | 0.00078602400 |
| | Retroexcabadora | Diésel | 0.00052401600 |
| | Bulldoser D8 | Diésel | 0.00196506000 |
| | Camiones | Diésel | 0.00146724480 |
| | Pipa | Diésel | 0.00047161440 |
| | Vibrocompactador | Diésel | 0.00041921280 |
| | Hincadora | Diésel | 0.00104803200 |
| | Carcador Frontal | Diésel | 0.00057641760 |
| Construcción | pickup | Gasolina | 0.000581956 |
| | motoconformadora | Diésel | 0.000727445 |
| | retroexcavadora | Diésel | 0.00157204800 |
| | Bulldoser D8 | Diésel | 0.00069868800 |
| | pipa | Diésel | 0.00327510000 |
| | Hiab | Diésel | 0.00117903600 |
| | Hincadora | Diésel | 0.00026200800 |
| | Montacargas | Diésel | 0.00218340000 |
| | Zanjadora | Diésel | 0.00043668000 |
| Operación y Mantenimiento | Pickup | Gasolina | 0.0043646688 |
| | Pipa | Diésel | 0.00314409600 |
| | Montacargas | Diésel | 0.00052401600 |
| Abandono | pickup | Gasolina | 0.00026188013 |
| | motoconformadora | Diésel | 0.00047161440 |
| | retroexcavadora | Diésel | 0.00083842560 |
| | camiones | Diésel | 0.00146724480 |
| | pipa | Diésel | 0.00070742160 |
| | Hincadora | Diésel | 0.00091702800 |
| | Montacargas | Diésel | 0.00020960640 |
| | Hiab | Diésel | 0.00011790360 |
| | Grua | Diésel | 0.00117903600 |

Consulta Pública

Lo que nos da como resultado las siguientes estimaciones de Gas de Efecto Invernadero durante las etapas del Proyecto:

*Tabla 28: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Preparación.*

| Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Preparación | |
|---|---|
| **Gas de Efecto Invernadero** | **Cantidad** |
| Dióxido de Carbono ($CO_2$) | 0.555938053 t |
| Metano ($CH_4$) | 0.029299869 t |
| Óxido de Nitrógeno ($N_2O$) | 0.029797441 t |

*Tabla 29: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Construcción*

| Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Construcción | |
|---|---|
| **Gas de Efecto Invernadero** | **Cantidad** |
| Dióxido de Carbono ($CO_2$) | 0.801117246 t |
| Metano ($CH_4$) | 0.042275097 t |
| Óxido de Nitrógeno ($N_2O$) | 0.043657242 t |

*Tabla 30: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Operación y Mantenimiento.*

| Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Operación y Mantenimiento | |
|---|---|
| **Gas de Efecto Invernadero** | **Cantidad** |
| Dióxido de Carbono ($CO_2$) | 0.574278647 t |
| Metano ($CH_4$) | 0.030891378 t |
| Óxido de Nitrógeno ($N_2O$) | 0.039184249 t |

*Tabla 31: Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Abandono*

| Estimación de emisiones de GEI para la Etapa de Abandono | |
|---|---|
| **Gas de Efecto Invernadero** | **Cantidad** |
| Dióxido de Carbono ($CO_2$) | 0.455951871 t |
| Metano ($CH_4$) | 0.024037438 t |
| Óxido de Nitrógeno ($N_2O$) | 0.024535010 t |

Consulta Pública

**3 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES ..... 9**

3.1 PLAN DE DESARROLLO DEL SECTOR ENERGÉTICO ..... 9

3.1.1 DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS DE CARÁCTER GENERAL PARA LA PLANEACIÓN VINCULANTE EN LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. ..... 10

3.1.2 CONVOCATORIA PARA LA ATENCIÓN PRIORITARIA DE SOLICITUDES DE PERMISOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA E INTERCONEXIÓN AL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL, ALINEADO A LA PLANEACIÓN VINCULANTE. ..... 11

3.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES N.D.) ..... 13

3.2.1 REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA ..... 13

3.2.2 LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS ..... 14

3.3 PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE GUANAJUATO. (GOBIERNO DEL ESTADO DE GUANAJUATO 2014) ..... 28

3.4 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO Y DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL (PMDUOET) DE SAN MIGUEL DE ALLENDE 2019–2040 (GOBIERNO MUNICIPAL DE SAN MIGUEL DE ALLENDE 2019) ..... 55

3.4.1 UBICACIÓN EN UGAT Y POLÍTICAS ECOLÓGICAS/TERRITORIALES ..... 55

3.4.2 VINCULACIÓN CON ESTRATEGIAS MUNICIPALES Y ESTATALES. ..... 59

3.5 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. ..... 105

3.5.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ANP ..... 105

3.5.2 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES ..... 107

3.5.3 SITIOS RAMSAR ..... 109

3.5.4 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS ..... 111

3.5.5 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS ..... 113

3.5.6 UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE ..... 115

3.6 NORMAS OFICIALES MEXICANAS ..... 117

3.6.1 ATMOSFERA ..... 117

3.6.2 FLORA Y FAUNA ..... 118

3.6.3 RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL ..... 119

3.6.4 RESIDUOS PELIGROSOS ..... 119

3.6.5 RUIDO ..... 120

3.6.6 SUELO Y SUBSUELO ..... 120

3.7 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR ..... 121

3.7.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 1917) ..... 121

Consulta Pública

3.7.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (H. Congreso de la Unión 1988) ..... 124

3.7.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental(H. Congreso de la Unión 2000b) ..... 129

3.7.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (H. Congreso de la Unión 2018) ..... 135

3.7.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (H. Congreso de la Unión 2020) ..... 138

3.7.6 Ley General de Vida Silvestre (H. Congreso de la Unión 2000a) ..... 141

3.7.7 Ley General de Cambio Climático (H. Congreso de la Unión 2012) ..... 142

3.7.8 Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (H. Congreso de la Unión 2003) 145

3.7.9 Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (H. Congreso de la Unión 2006) ..... 151

3.7.10 Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad; la Ley de la Empresa Pública del Estado, Petróleos Mexicanos; la Ley Del Sector Eléctrico; la Ley Del Sector Hidrocarburos; la Ley de Planeación y Transición Energética; la Ley de Biocombustibles; la Ley De Geotermia y, la Ley de la Comisión Nacional de Energía; Se Reforman Diversas Disposiciones de la Ley del Fondo Mexicano del Petróleo Para la Estabilización y el Desarrollo y, se Reforman, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. (Poder Legislativo 2025) ..... 162

3.7.11 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (Gobierno de México 2025) ..... 172

3.7.12 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Guanajuato 2040 .(Gobierno del Estado de Guanajuato 2024) ..... 178

3.7.13 Programa de Gobierno Municipal 2024-2027 de San Miguel de Allende, Guanajuato (Gobierno Municipal de San Miguel de Allende 2024) ..... 182

3.7.14 Tratados Internacionales ..... 187

3.7.15 Leyes Estatales ..... 189

3.7.16 Leyes Municipales ..... 199

## Índice de Mapas

Mapa 1 Unidades Ambientales Biofísicas ..... 16

Mapa 2 Unidades de Gestión Ambiental en las que recae el Proyecto ..... 30

Mapa 3 UGAT Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico de San Miguel de Allende ..... 57

Mapa 4 Áreas naturales protegidas. ..... 106

Mapa 5 Áreas de importancia para la conservación de las aves. ..... 108

Mapa 6 Sitios RAMSAR ..... 110

Mapa 7 Regiones terrestres prioritarias ..... 112

Consulta Pública

Mapa 8 Región hidrológica prioritaria ..... 114

Mapa 9 Unidades de manejo ambiental ..... 116

## Índice de Tablas

Tabla 1 Anexo Técnico. Proyectos nuevos de generación eléctrica que requiere el país con base en la planeación vinculante. ..... 12

Tabla 2 Regiones Ecológicas Y Unidades Ambientales Biofísicas Donde Recae El Proyecto ..... 17

Tabla 3 Ficha Técnica de la UGA en la que recae el Proyecto ..... 31

Tabla 4 Vinculación con los Criterios establecidos para la UGAT 352. ..... 33

Tabla 5 Fichas técnicas de las UGAT en las que recae el Proyecto ..... 58

Tabla 6. Estrategias UGAT 352-1 ..... 60

Tabla 7 Criterios UGAT 352-1 ..... 65

Consulta Pública

# 3 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

El presente capítulo tiene por objeto cumplir con lo establecido en la fracción III del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. En tal sentido, en este apartado se analiza el grado de concordancia existente entre las características y alcances del Proyecto, con respecto a los instrumentos normativos en materia de planeación del desarrollo y en materia ambiental, así como la regulación a la ejecución de este tipo de obras.

Dicho análisis, incluye la información cartográfica que, sobre el tema, se ha generado en las diferentes instancias estatales y municipales, identificando y analizando las fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos: federal, estatal y municipal, identificando los componentes y elementos ambientales que son relevantes para asegurar la sustentabilidad del área donde el proyecto será ubicado.

El presente análisis se realizó inicialmente desde la jurisdicción federal, para, posteriormente identificar y vincular al proyecto con los instrumentos normativos y de planeación a nivel regional, estatal y municipal. Al respecto, cabe indicar que, actualmente la Administración Federal, así como algunas estatales y municipales, se encuentran actualizando y estructurando sus instrumentos de planeación, razón por la que se vinculó al proyecto con los documentos vigentes disponibles.

Es importante recalcar que, al presentar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional MIA-R, se estarán incluyendo las medidas necesarias para atender todos aquellos impactos detectados durante la evaluación. Así mismo, se incluyen los Programas Ambientales que recogen todas aquellas medidas de mitigación e incluyen las métricas para determinar la eficacia de la aplicación de las mismas. Con lo anterior, se buscará dar cabal cumplimiento a todos y cada uno de los criterios aplicables al proyecto.

## 3.1 PLAN DE DESARROLLO DEL SECTOR ENERGÉTICO

El pasado 17 de octubre de 2025, la Secretaría de Energía (SENER), publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el Plan de Desarrollo del Sector Energético (PLADESE), en el, establece los objetivos del sector de Energía para los años 2025-2039. Su objetivo principal es garantizar un suministro eléctrico suficiente, sustentable, confiable y asequible, a través de la expansión y modernización de la infraestructura. A través del PLADESE, se busca fortalecer la capacidad de generación especialmente con energías limpias.

El PLADESE, considera los “Cien Compromisos para el Segundo Piso de la Transformación”, en particular los compromisos incluidos en el apartado “X. República Soberana y con Energía Sustentable”, que son:

- Fortalecimiento de PEMEX y CFE como empresas públicas del Estado
- CFE garantizará el 54% de la generación eléctrica
- Impulso a energías renovables y
- Programa de paneles solares para viviendas en el norte del país

Consulta Pública

Así mismo, este Plan se encuentra en concordancia con la política energética nacional y a las acciones a las que hace referencia la Presidencia de la República, tales como:

- Estrategia Nacional del Sector Eléctrico
- Plan de Fortalecimiento y Expansión del Sistema Eléctrico Nacional 2025-2030
- Plan México
- Plan de Fortalecimiento y Expansión 2025-2030

Dentro del PLADESE, se considera una adición de 14,046 MW para el horizonte 2027-2030 con una participación del 60% de energías renovables.

### 3.1.1 Disposiciones Administrativas de Carácter General para la Planeación Vinculante en la Actividad de Generación de Energía Eléctrica.

El 17 de octubre de 2025, la SENER publicó en el DOF las Disposiciones administrativas de carácter general para la planeación vinculante en la actividad de generación de energía eléctrica.

Dichas disposiciones, tienen como objetivo establecer los criterios de planeación vinculante para la evaluación y el otorgamiento de permisos de generación de energía eléctrica. Con ello, la SENER busca alinear los proyectos de generación eléctrica con los instrumentos de planeación del sector energético y asegurar, así, su viabilidad.

En su artículo 4, se establecen dichos criterios:

*Articulo 4. Los criterios de planeación Vinculante establecidos en las Disposiciones son los que la CNE debe considerar para evaluar que los proyectos asociados a las solicitudes de permisos de generación de energía eléctrica cumplen con la planeación vinculante y están alineados a los instrumentos de Planeación del Sector Energético aplicables, en los términos de la Ley del Sector Eléctrico, la Ley de Planeación y Transición Energética y sus Reglamentos (…)*

*I. Contribución a la satisfacción de la demanda y accesibilidad de electricidad.*
*II. Confiabilidad, Continuidad, Calidad y Seguridad del SEN*
*III. Eficiencia en el Sector Eléctrico*
*IV. Transición Energética y Sostenibilidad del SEN*
*V. Prevalencia*
*VI. Justicia Energética*
*VII. Innovación y desarrollo Tecnológico.*

*Artículo 6. La Comisión Nacional de Energía debe determinar que un proyecto asociado a la solicitud de un permiso de generación de energía eléctrica cumple con la planeación vinculante cuando atiende cada uno de los criterios establecidos en el articulo 4 de estas Disposiciones.*

*En caso de que determine que el proyecto asociado a la solicitud de permiso de generación de energía no cumple con al menos uno de dichos criterios, no se debe otorgar el permiso.*

Consulta Pública

### 3.1.2 Convocatoria para la atención prioritaria de solicitudes de permisos de generación eléctrica e interconexión al Sistema Eléctrico Nacional, alineado a la planeación vinculante.

El 17 de octubre de 2025, la SENER publicó la Convocatoria para la atención prioritaria de solicitudes de permisos de generación eléctrica e Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional, alienados a la Planeación Vinculante.

En dicha convocatoria, se establecen los mecanismos para la atención prioritaria de permisos de generación eléctrica y del o los estudios de interconexión ante el CENACE, para el desarrollo de centrales eléctricas que son estratégicas y prioritarias en la planeación vinculante del sector eléctrico hasta el año 2023 para dotar de mayor accesibilidad, calidad, confiabilidad, continuidad, eficiencia, seguridad y sostenibilidad del Sistema Eléctrico Nacional. La misma, permite ordenar y agilizar los trámites del registro, evaluación y seguimiento de proyectos asociados a las solicitudes e permisos de generación de energía eléctrica que cumplan con los requisitos aplicables, que se alineen con la planeación vinculante y se desarrollen conforme a los criterios técnicos y normativos definidos en la convocatoria.

De igual forma, la Convocatoria forma parte de los mecanismos específicos para el desarrollo de proyectos estratégicos y prioritarios alineados a la planeación vinculante, con el propósito de asegurar una planeación ordenada y coherente con los requerimientos de capacidad de generación del SEN, en atención a las necesidades energéticas del país y en concordancia con el PLADESE.

Los proyectos asociados a las solicitudes de permisos de generación de energía eléctrica derivados de la Convocatoria, deben:

I. Ubicarse en las regiones identificadas en la planeación vinculante, conforme a los bloques de adición de capacidad contenidas en el Anexo Técnico de esta convocatoria
II. Alinearse a los requerimientos técnicos, tecnología de generación eléctrica y fechas de Entrada en Operación Comercial determinadas en el Anexo Técnico y
III. En su caso, presentar evidencia documental de trámites de viabilidad técnica, social y ambiental efectuados ante autoridades competentes, tales como la SENER, el CENACE y al Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

A continuación, se presenta el anexo técnico, al que hace referencia en numeral II, del párrafo anterior.

Consulta Pública

***Tabla 1 Anexo Técnico. Proyectos nuevos de generación eléctrica que requiere el país con base en la planeación vinculante.***

| GCR | Región de Transmisión | Tipo de Tecnología | Año de Entrada en Operación | Capacidad (MW) | Inversión estimada obras de refuerzo (MDP) | Subestación eléctrica de interconexión | Nivel de Tensión (kV) | Entidad Federativa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Central | 42-Tula-Pachuca | Fotovoltaica | 2027-2028 | 440 | 991.00 | SE Maniobras que entronca las dos LT entre SE Kilómetro 110 - Pachuca Potencia | 230 | Hidalgo |
| | 43-Toluca | Fotovoltaica | 2028 | 30 | 91.00 | Villa Guerrero | 115 | Estado de México |
| | 42-Tula-Pachuca | Fotovoltaica | 2030 | 80 | 45.00 | Nochistongo | 115 | Hidalgo |
| Oriental | 47-Puebla | Fotovoltaica | 2027 | 200 | 215.00 | SE Maniobras que entronca las LT Tecali 73560 Oriente, Tecali 73010 Guadalupe Analco y Tecali 73820 Bugambilias | 115 | Puebla |
| | 46-Veracruz | Fotovoltaica | 2028 | 120 | 31.00 | Piedras Negras | 115 | Veracruz |
| | 48-Morelos | Fotovoltaica | 2028 | 120 | 40.00 | Yautepec Potencia | 115 | Morelos |
| | 61-Juchitán | Eólica | 2028 | 200 | 31.00 | Juchitan Dos | 115 | Oaxaca |
| | 46-Veracruz | Fotovoltaica | 2029 | 130 | 31.00 | Santa Fe | 115 | Veracruz |
| | 58-Grijalva | Fotovoltaica | 2029 | 200 | 150.00 | Tapachula Potencia | 115 | Chiapas |
| | 59-Tabasco | Fotovoltaica | 2029 | 100 | 40.00 | Cárdenas Dos | 115 | Tabasco |
| | 46-Veracruz | Fotovoltaica | 2030 | 250 | 44.00 | Manlio Fabio Altamirano | 230 | Veracruz |
| Peninsular | 76-Chetumal | Eólica | 2028 | 200 | 41.00 | Xul-ha | 115 | Quintana Roo |
| | 64-Escárcega | Fotovoltaica | 2028 | 300 | 139.00 | Escárcega | 400 | Campeche |
| | 64-Escárcega | Fotovoltaica | 2028 | 600 | 2,036.00 | SE Maniobras que entronca las dos LT Escárcega- Ticul | 400 | Campeche |
| | 68-Dzitnup | Eólica | 2028 | 320 | 139.00 | Dzitnup | 400 | Yucatán |
| | 69-Valladolid | Eólica | 2028-2029 | 350 | 2,439.00 | SE Maniobras que entronca las dos LT Norte - Kanasín Potencia | 230 | Yucatán |
| Occidental | 29-Tepic | Fotovoltaica | 2029 | 80 | 97.00 | Acaponeta | 115 | Nayarit |
| | 33-San Luis Potosí | Eólica | 2028 | 100 | 1,017.00 | Charcas Potencia | 115 | San Luís Potosí |
| | 33-San Luis Potosí | Eólica | 2029 | 170 | | El Potosí | 230 | San Luís Potosí |
| | 31-Aguascalientes | Fotovoltaica | 2029 | 90 | 126.00 | Ojo Caliente | 115 | Zacatecas |
| | 31-Aguascalientes | Fotovoltaica | 2028 | 90 | 479.00 | La Virgen | 115 | Jalisco |
| | 31-Aguascalientes | Fotovoltaica | 2028 | 100 | | Lagos Galera | 115 | Jalisco |
| | 34-Salamanca | Fotovoltaica | 2027 | 90 | | El Toro | 115 | Guanajuato |
| | 33-San Luis Potosí | Fotovoltaica | 2027 | 130 | 756.00 | San Diego Peñuelas | 115 | Guanajuato |
| | 37-San Luis de la Paz | Fotovoltaica | 2027-2029 | 180 | | Santa Fe | 115 | Guanajuato |
| | 38-Querétaro | Fotovoltaica | 2027 | 100 | 2,516.00 | Tequisquiapan | 115 | Querétaro |
| | 38-Querétaro | Fotovoltaica | 2028 | 220 | | SE de Maniobras para entroncar la LT San Juan Pontencia- Dañú | 230 | Hidalgo |
| Norte | 13-Cuauhtémoc | Fotovoltaica | 2029 | 30 | 35.00 | Cuauhtémoc | 115 | Chihuahua |
| Noreste | 19-Nuevo Laredo | Eólica | 2028 | 140 | 38.00 | Falcon Mexicano | 138 | Tamaulipas |
| | 21-Matamoros | Eólica | 2027 | 120 | 38.00 | Matamoros Potencia | 138 | Tamaulipas |
| | 27-Güémez | Eólica | 2028 | 200 | 176.00 | Jiménez | 115 | Tamaulipas |
| | 25-Huasteca | Eólica | 2027 | 80 | 106.00 | SE de Maniobras para entroncar la LT Libramiento - Mante | 115 | Tamaulipas |
| | 25-Huasteca | Fotovoltaica | 2028 | 110 | 27.00 | Puerto Altamira Eléctrica | 115 | Tamaulipas |
| | 23-Saltillo | Eólica | 2028 | 300 | 76.00 | Derramadero | 400 | Coahuila |

### Vinculación

El proyecto se alinea plenamente con el PLADESE, con las Disposiciones y la Convocatoria antes mencionadas, toda vez que se trata de un proyecto de generación de energía eléctrica a través de tecnología fotovoltaica. El proyecto prevé entregar 29.9 MW a la SE de Maniobras Santa Fe perteneciente a la CFE.

Tal como se muestra en la Tabla 1 Anexo Técnico, en la Convocatoria para la atención Prioritaria, la SE Santa Fe, en la que se entregará la energía generada, pertenece a la Planeación Vinculante, por lo que **El Mezquital** corresponde a un proyecto estratégico y prioritario.

## 3.2 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales n.d.)

La planeación ambiental en México se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y en su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE).

De acuerdo con lo establecido en el artículo 20 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la formulación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 07 de septiembre del año 2012, el cual promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal (APF) a quienes está dirigido este Programa, que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional, por lo cual, no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso de suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, en cambio los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

### 3.2.1 Regionalización ecológica

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo, obteniendo la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

Las Áreas de Atención Prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación,

Consulta Pública

protección, o la mitigación de impactos ambientales adversos. Se establecieron cinco niveles de prioridad: Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja.

Las Políticas Ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas.

### 3.2.2 Lineamientos y Estrategias Ecológicas

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para el POEGT, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Los lineamientos ecológicos para cumplir son los siguientes:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.

Consulta Pública

10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

De acuerdo con el análisis realizado al Programa de Ordenamiento Ecológico General de Territorio, se identificó que el área del proyecto se encuentra en la Unidad Ambiental Biofísica **REGION ECOLOGICA: 18.8** Unidades Ambientales Biofísicas que la componen: **44. Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato**, por lo que se hace la vinculación con la unidad ambiental a continuación:

Consulta Pública

***Mapa 1 Unidades Ambientales Biofísicas***

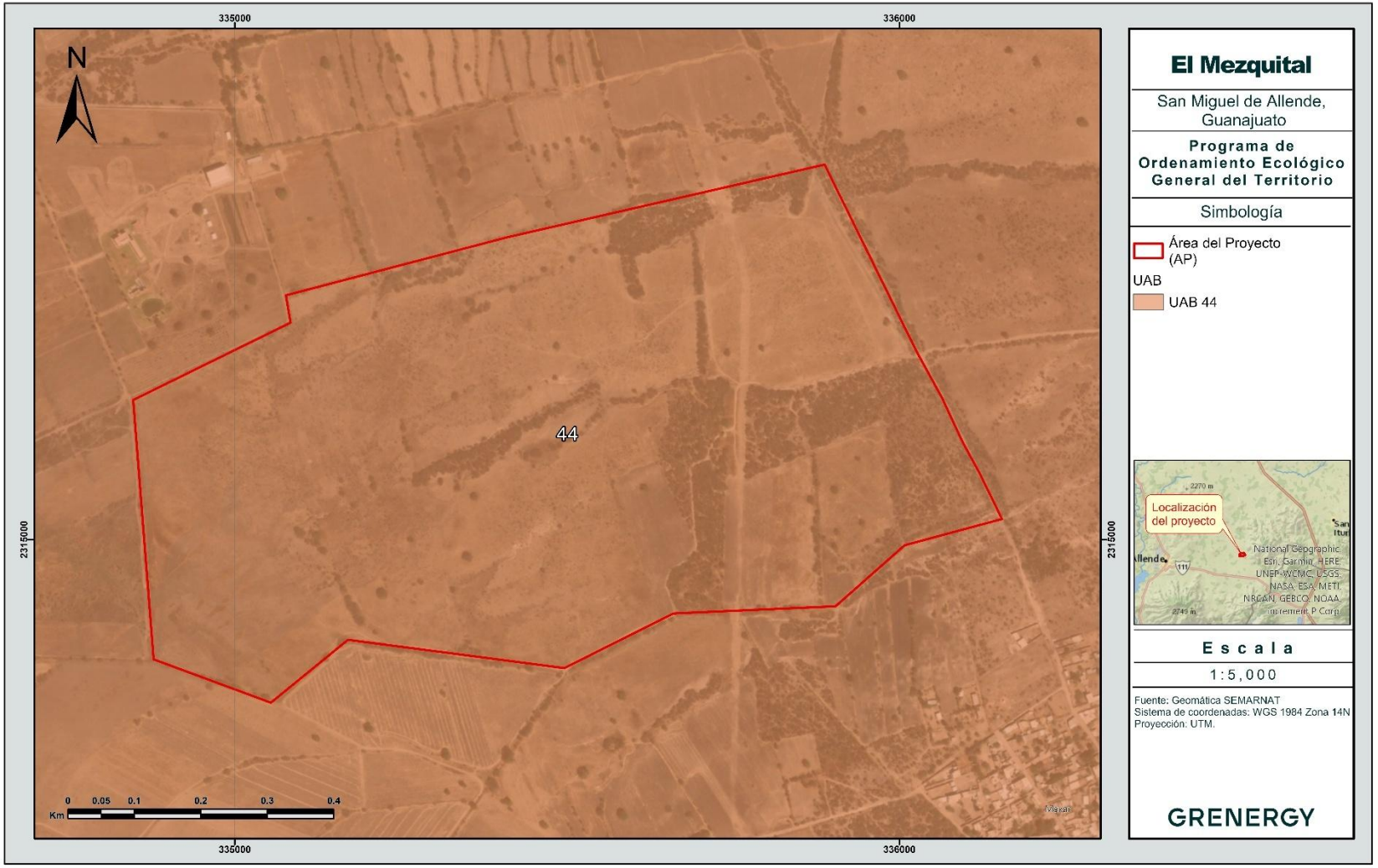
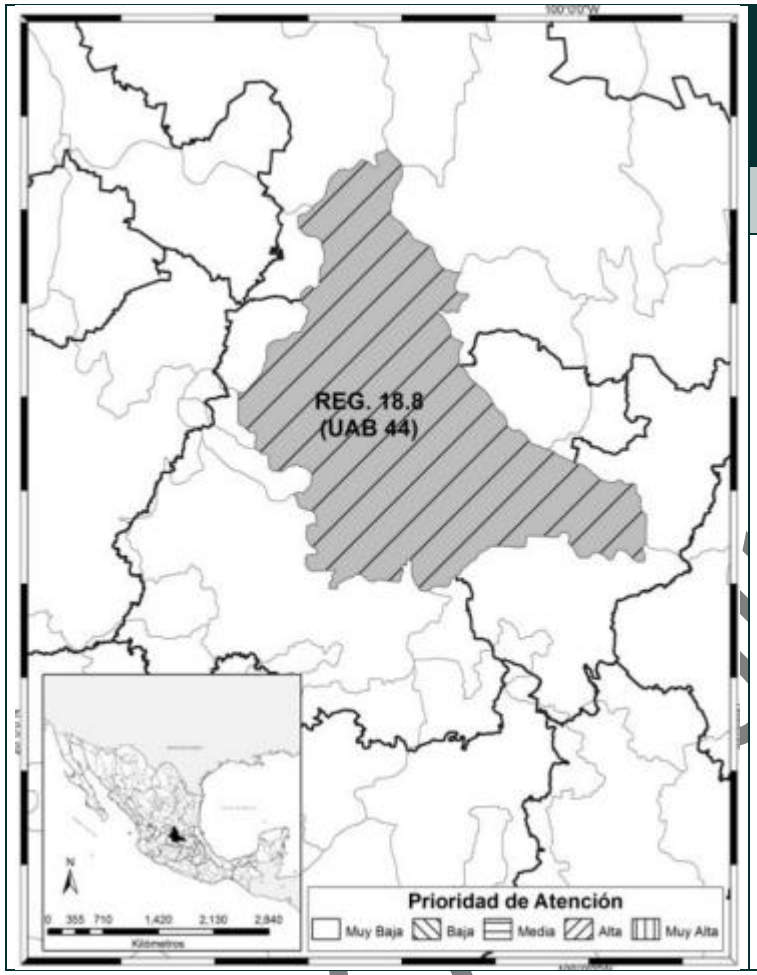


***Tabla 2 Regiones Ecológicas Y Unidades Ambientales Biofísicas Donde Recae El Proyecto***

<table>
<tr>
<td rowspan="3">
</td>
<td colspan="3">REGION ECOLOGICA: 18.8<br>Unidad Ambiental Biofísica que la compone:<br>44. Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">Localización:<br>Norte de Guanajuato y sur de San Luis Potosí</td>
</tr>
<tr>
<td>Superficie en km$^2$<br>:<br>17,875.73 km$^2$</td>
<td>Población Total:<br>2,080,122 hab</td>
<td>Población Indígena:<br>Otomí de Hidalgo y Querétaro</td>
</tr>
</table>

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Estado Actual del Medio Ambiente 2008: | **Inestable. Conflicto Sectorial Alto**. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Muy alta degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Media. El uso de suelo es Agrícola y Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 71.2. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. | | | | |
| Política Ambiental: | Restauración y aprovechamiento sustentable | | | | |
| Prioridad de Atención: | Media | | | | |

| UAB | Rectores del desarrollo | Coadyuvantes del desarrollo | Asociados del desarrollo | Otros sectores de interés | Estrategias sectoriales |
|---|---|---|---|---|---|
| 44 | Agricultura-Preservación de Flora y Fauna | Ganadería-Minería | Poblacional | - | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44 |

Consulta Pública

| Estrategias. UAB 44 | | |
|---|---|---|
| **Estrategia** | | **Vinculación** |
| **Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio** | | |
| A) Preservación | 1. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. | Esta estrategia tiene como objetivo asegurar que el uso de los recursos naturales se realice de manera compatible con su conservación y con el mantenimiento de los procesos ecológicos.<br>El Proyecto se desarrolla en un predio con antecedentes de uso agropecuario, donde históricamente se llevaron a cabo actividades agrícolas y ganaderas extensivas. Actualmente, una parte del terreno continúa utilizándose con fines productivos y existen otras áreas que requerirán autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de acuerdo con lo que se determine en los estudios técnicos correspondientes.<br>En dichas áreas, se llevará a cabo la colecta de germoplasma, semillas y material vegetativo de especies nativas de la zona, con el objetivo de contar con material biológico local para su utilización posterior en el Programa de Restauración, conforme a lo establecido en el ETJ.<br>La selección del sitio responde a un criterio de minimización de impactos ambientales, al privilegiar terrenos previamente utilizados y reducir la intervención sobre ecosistemas en estado de conservación. Además, se implementarán medidas preventivas y programas ambientales como el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y el Programa de Vigilancia Ambiental, asegurando un aprovechamiento sustentable de los elementos naturales presentes y la preservación de la funcionalidad ecológica del entorno. |
| | 2. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. | En el predio donde se desarrollará el Proyecto existen áreas que requerirán autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, conforme a la legislación aplicable. Para dichas superficies se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) correspondiente, en el que se definirá el manejo forestal aplicable, así como la implementación de un Programa de Restauración y el cumplimiento de las obligaciones ante el Fondo Forestal Mexicano.<br>Previo a la remoción de vegetación, se llevará a cabo la colecta de germoplasma, semillas y material vegetativo de especies nativas presentes en el área, los cuales se utilizarán como base para las actividades de restauración y reforestación que se apliquen posteriormente. |

Consulta Pública

| Estrategias. UAB 44 | | |
|---|---|---|
| **Estrategia** | | **Vinculación** |
| | | Este esquema asegura que el aprovechamiento de los recursos forestales se realice bajo criterios de sustentabilidad, evitando el deterioro y promoviendo la recuperación ecológica posterior a las actividades de construcción. |
| | 3. Valoración de los servicios ambientales. | Esta estrategia promueve la identificación y valoración de los servicios ambientales que proveen los ecosistemas, para incorporarlos en los procesos de planeación y toma de decisiones.<br>El Proyecto considera las condiciones biofísicas y ecológicas de la zona para definir su diseño y localización, priorizando áreas con antecedentes agropecuarios y evitando afectar zonas de recarga hídrica o vegetación conservada. Además, mediante el Programa de Conservación de Suelo y Agua y el Programa de Vigilancia Ambiental, se aplicarán acciones que contribuyan a mantener la funcionalidad de los servicios ambientales locales, tales como la infiltración de agua, el control de erosión y la protección de hábitats para fauna. |
| B) Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable | 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. | Esta estrategia refuerza el uso racional de los recursos naturales bajo un enfoque de sustentabilidad.<br>El Proyecto se inserta en un contexto territorial previamente transformado, lo cual permite reducir significativamente la presión sobre ecosistemas naturales. En las áreas que requieran cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se llevará a cabo la colecta de germoplasma, semillas y material vegetativo de especies nativas de la zona, para emplearlos posteriormente en el Programa de Restauración que se desarrollará en el marco del ETJ, garantizando la utilización de material local y la recuperación de las condiciones ecológicas originales.<br>La ejecución se acompañará, además, de acciones de conservación de suelo y agua, y de medidas preventivas para proteger los elementos bióticos presentes, contribuyendo así a un aprovechamiento sustentable y al mantenimiento de la estructura y función ecológica en el área de influencia. |
| | 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. | Esta estrategia busca promover prácticas productivas sostenibles en terrenos agrícolas y ganaderos.<br>En el área del Proyecto persisten superficies que continúan destinadas a actividades agrícolas y ganaderas. La elección del sitio se realizó precisamente para compatibilizar el desarrollo del Proyecto con los usos actuales del suelo, evitando desplazar actividades productivas vigentes y reduciendo la conversión de terrenos con cobertura natural. De |

Consulta Pública

| Estrategias. UAB 44 | | |
|---|---|---|
| **Estrategia** | | **Vinculación** |
| | | esta forma, el Proyecto coexiste con actividades agropecuarias tradicionales, aprovechando de manera sustentable el territorio. |
| | 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. | El propósito de esta estrategia es mejorar la eficiencia en el uso del agua y del suelo en actividades productivas, mediante la modernización y tecnificación de la infraestructura.<br>Aunque el Proyecto no implica directamente actividades agrícolas, su ubicación en terrenos previamente utilizados para este fin evita presionar nuevas áreas y permite mantener en operación parte de las superficies agrícolas y ganaderas existentes en la periferia. Esto contribuye a la modernización indirecta al liberar áreas productivas para un uso más eficiente, y además no genera demandas adicionales sobre infraestructura hidroagrícola regional. |
| | 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. | En concordancia con la estrategia 2, en el polígono del Proyecto se identifican áreas que requerirán autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Estas superficies serán sujetas a la elaboración del ETJ y a la aplicación de un Programa de Restauración, conforme a la legislación forestal vigente.<br><br>Antes de realizar la remoción de vegetación, se llevará a cabo la colecta de germoplasma, semillas y material vegetativo de especies nativas, los cuales se utilizarán en la ejecución del Programa de Restauración, favoreciendo la reintroducción de especies locales y la recuperación de la estructura vegetal original. |
| | 8. Valoración de los servicios ambientales. | De forma complementaria a la estrategia 3, el Proyecto incorpora acciones preventivas y de conservación que favorecen el mantenimiento de servicios ambientales tales como el control de erosión, la infiltración de agua y la provisión de hábitats para fauna local. El diseño y localización en terrenos previamente intervenidos permite minimizar la pérdida de servicios ambientales y mantener su funcionalidad en el sistema ambiental local. |
| C) Protección de los recursos naturales | 12. Protección de los ecosistemas. | El Proyecto evita la intervención en ecosistemas en estado de conservación, al localizarse en terrenos con antecedentes agropecuarios. Se implementarán medidas para proteger los elementos naturales remanentes, en particular mediante el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y el Programa de Conservación de Suelo y Agua, asegurando la protección de las zonas adyacentes y la conectividad ambiental. |

Consulta Pública

| Estrategias. UAB 44 | | |
|---|---|---|
| **Estrategia** | | **Vinculación** |
| | 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. | Aunque el Proyecto no contempla actividades agrícolas propias, la eliminación del uso de agroquímicos en las superficies destinadas al desarrollo contribuye a la disminución de contaminantes en el suelo y cuerpos de agua locales. Esto representa un beneficio ambiental indirecto al cesar el uso de insumos agrícolas en las áreas donde se desarrollará el Proyecto, alineándose con la estrategia de uso racional de agroquímicos. |
| D) Restauración | 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. | El objetivo de esta estrategia es promover la recuperación de áreas degradadas y la restauración de ecosistemas forestales y suelos.<br>Para las áreas que requieran cambio de uso de suelo forestal, se elaborará y aplicará un Programa de Restauración como parte del ETJ correspondiente, conforme a lo establecido en la legislación forestal.<br>Previo a la intervención, se llevará a cabo la colecta de germoplasma, semillas y material vegetativo de especies nativas, con el fin de asegurar que las acciones de restauración se realicen con material adaptado localmente.<br>Además, como parte de este programa se prevé permitir el crecimiento controlado de vegetación bajo la infraestructura del Proyecto, la cual será mantenida de forma periódica para evitar interferencias con la operación, al tiempo que se favorece:<br>• La reducción de la erosión hídrica y eólica, al mantener cobertura vegetal en el suelo.<br>• La infiltración del recurso hídrico y la recarga de mantos freáticos, al mejorar la permeabilidad y estabilidad del terreno.<br>• La conservación de servicios ecosistémicos locales, al mantener procesos ecológicos básicos en el sitio.<br>Estas acciones integran la restauración como parte funcional del diseño del Proyecto, asegurando beneficios ambientales permanentes durante su operación. |
| E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios | 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. | El Proyecto no contempla actividades de extracción de recursos naturales no renovables, sin embargo, su ejecución se enmarca en la planeación territorial y en el aprovechamiento ordenado de los recursos, contribuyendo a diversificar la base económica regional sin generar presiones adicionales sobre los recursos geológicos. |

Consulta Pública

| Estrategias. UAB 44 | | |
|---|---|---|
| **Estrategia** | | **Vinculación** |
| | 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. | Esta estrategia no aplica directamente al Proyecto, ya que no involucra actividades mineras. No obstante, su desarrollo se realiza bajo estricto cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, contribuyendo al fortalecimiento del marco regulatorio y al ordenamiento territorial establecido en el POET. |
| **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. | Esta estrategia promueve la protección de la calidad del agua mediante una gestión integral y sustentable del recurso.<br>El Proyecto no contempla actividades de vertimiento ni descargas directas al suelo o cuerpos de agua. Para asegurar un manejo adecuado, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual contempla la contratación de una empresa autorizada por la Secretaría competente para dar disposición final adecuada a las aguas residuales generadas, así como a todos los residuos sólidos y peligrosos que se originen durante las distintas etapas del Proyecto.<br>La localización en terrenos con antecedentes agropecuarios permite evitar afectaciones a zonas de recarga natural o cuerpos de agua superficiales. Además, mediante la aplicación del Programa de Conservación de Suelo y Agua, se contempla el crecimiento y mantenimiento controlado de vegetación bajo la infraestructura, lo cual contribuirá a reducir la erosión hídrica y eólica del sitio, favorecer la infiltración del agua y la recarga de mantos freáticos, así como conservar procesos ecológicos locales durante la operación del Proyecto. |
| | 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional. | Esta estrategia busca fortalecer la gestión integral del agua como un recurso estratégico, con énfasis en su conservación.<br>El Proyecto reconoce la importancia del agua como un recurso limitado, por lo que no contempla procesos que impliquen un consumo intensivo de agua ni modificaciones en los patrones hidrológicos naturales.<br>La correcta gestión de las aguas residuales y de los residuos generados estará asegurada mediante la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos, garantizando su recolección, transporte y disposición final por parte de una empresa autorizada, evitando infiltraciones no controladas o descargas que pudieran comprometer la calidad de los cuerpos de agua superficiales o subterráneos.<br>Asimismo, a través de la ejecución del Programa de Conservación de Suelo y Agua, se contempla el crecimiento y mantenimiento controlado de vegetación bajo la |

Consulta Pública

| Estrategias. UAB 44 | | |
|---|---|---|
| **Estrategia** | | **Vinculación** |
| | | infraestructura, lo cual contribuirá a reducir la erosión hídrica y eólica del sitio, favorecer la infiltración del agua y la recarga de mantos freáticos, y conservar procesos ecológicos locales durante la operación del Proyecto. |
| D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional | 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. | Esta estrategia busca fomentar un desarrollo territorial ordenado que optimice el uso del suelo y reduzca impactos negativos en la expansión urbana.<br>Aunque el Proyecto no constituye un desarrollo urbano, su localización en terrenos previamente utilizados para actividades agropecuarias, fuera de centros de población y sobre superficies ya transformadas, contribuye indirectamente a esta estrategia al evitar la apertura de nuevas zonas de expansión urbana, disminuir la fragmentación de ecosistemas conservados y favorecer un ordenamiento territorial congruente con el POET.<br>Además, no requiere el desarrollo de infraestructura urbana complementaria ni induce procesos de urbanización, lo cual se alinea con el principio de ocupación eficiente del suelo y de desarrollo territorial planificado. |
| 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. | Esta estrategia busca fortalecer las capacidades locales para promover el desarrollo económico y social.<br>El Proyecto representa una inversión que diversifica las actividades económicas rurales y genera oportunidades de empleo local durante las etapas de construcción y operación. Asimismo, fomenta la articulación con actores locales para el manejo ambiental y la implementación de programas como el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Vigilancia Ambiental y el Programa de Manejo Integral de Residuos, lo que permite involucrar capacidades técnicas y mano de obra de la región en actividades de gestión ambiental y operación, fortaleciendo la participación social y económica en el ámbito rural. |

Consulta Pública

| Estrategias. UAB 44 | | |
|---|---|---|
| **Estrategia** | | **Vinculación** |
| | 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. | Esta estrategia busca incorporar territorios rurales marginados a procesos de desarrollo económico sostenible.<br>La localización del Proyecto en una zona rural permite integrar actividades económicas distintas a las agropecuarias tradicionales, sin desplazarlas, dinamizando la economía local mediante la generación de empleos y la contratación de servicios.<br>Además, al aplicar el Programa de Conservación de Suelo y Agua, se contribuye a la conservación de recursos naturales estratégicos para la región, lo cual refuerza la capacidad productiva y ambiental local, integrándola a procesos de desarrollo ordenados y sustentables. |
| | 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. | Esta estrategia impulsa medidas que incrementen la resiliencia social y productiva frente a eventos climáticos.<br>Si bien el Proyecto no tiene un componente social directo, su presencia en la región representa una fuente alternativa de ingresos y empleo local, lo que puede contribuir indirectamente a mejorar las condiciones socioeconómicas y reducir la vulnerabilidad de la población ante contingencias climáticas que afecten las actividades agropecuarias tradicionales.<br>Adicionalmente, la ejecución del Programa de Conservación de Suelo y Agua, mediante el crecimiento y mantenimiento controlado de vegetación bajo la infraestructura, favorece la infiltración y conservación de suelos, lo cual es relevante frente a escenarios de variabilidad climática. |
| | 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. | El Proyecto no sustituye las actividades agropecuarias existentes, sino que se implanta en zonas ya transformadas, manteniendo compatibilidad con los usos actuales en algunas superficies del predio. De esta forma, contribuye indirectamente a la diversificación productiva de la región al incorporar una actividad económica distinta, sin comprometer las vocaciones agropecuarias locales ni afectar la disponibilidad de biomasa para usos agroalimentarios. |

Consulta Pública

| Estrategias. UAB 44 | | |
|---|---|---|
| **Estrategia** | | **Vinculación** |
| | 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. | El Proyecto, durante su ejecución, priorizará la contratación de mano de obra local, lo cual abre oportunidades para la participación de grupos sociales diversos, mientras que cumplan con el perfil de contratación, en actividades de construcción, operación y seguimiento ambiental. |
| | 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. | Esta estrategia tiene un enfoque social relacionado con el fortalecimiento de capacidades humanas básicas en contextos de pobreza.<br>El Proyecto no contempla actividades ni componentes dirigidos al desarrollo de capacidades humanas en este ámbito, por lo que esta estrategia no aplica directamente. |
| | 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. | Esta estrategia se orienta a la atención directa de grupos sociales específicos, en particular adultos mayores en condición de vulnerabilidad, por la naturaleza del Proyecto que trata de generación de energía, no le aplica esta estrategia. |

Consulta Pública

| Estrategias. UAB 44 | | |
|---|---|---|
| **Estrategia** | | **Vinculación** |
| | 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad. | El Proyecto no incluye acciones de carácter social ni mecanismos de protección social, por lo que esta estrategia no aplica directamente. |
| **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. | El Proyecto se desarrollará en predios privados con certeza legal sobre su propiedad y tenencia, lo cual permite asegurar el respeto a los derechos de propiedad rural y evitar conflictos territoriales.<br>La formalización jurídica de los predios es un requisito previo para la tramitación de los permisos ambientales, por lo que el Proyecto se alinea con esta estrategia al operar dentro del marco legal vigente, cumpliendo con los procedimientos de acreditación de propiedad ante las autoridades correspondientes. |
| B) Planeación del ordenamiento territorial | 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. | El Proyecto, al desarrollarse en terrenos con antecedentes de uso agropecuario y con tenencia legal regularizada, se integra de manera compatible con los registros catastrales existentes.<br>La información técnica y cartográfica generada para la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-R) y el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) complementará la base de información disponible para la planeación territorial y agraria, lo cual coadyuva a esta estrategia sin requerir modificaciones en los registros existentes. |
| | 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil. | El Proyecto se desarrolla en congruencia con los instrumentos de planeación territorial y ecológica vigentes a nivel federal, estatal y municipal, incluyendo el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Guanajuato, la legislación forestal y los programas de desarrollo urbano aplicables.<br>Asimismo, el cumplimiento de la normativa ambiental se garantizará mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R), y posteriormente, en el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que se elaborará para el trámite de cambio de uso de suelo forestal. Ambos instrumentos estarán acompañados de los programas ambientales correspondientes (Conservación de Suelo y Agua, Manejo Integral de Residuos, Vigilancia Ambiental, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna), asegurando un desarrollo compatible con la planeación regional y los objetivos de ordenamiento territorial. |

Consulta Pública

### 3.3 Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato. (Gobierno del Estado de Guanajuato 2014)

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PEDUOET) del estado de Guanajuato fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado en noviembre de 2014 y, posteriormente, la Carta Síntesis se difundió en el número 192 (sexta parte) del 2 de diciembre del mismo año. Este instrumento fue objeto de una actualización integral que se publicó nuevamente el 2 de abril de 2019.

El PEDUOET constituye el principal instrumento estatal de planeación territorial y ambiental, orientado a promover un desarrollo ordenado y sustentable en el estado. Se fundamenta en dos ejes estratégicos: la sustentabilidad y la inclusión social, a partir de los cuales busca orientar la expansión y consolidación de los centros de población, mejorar la calidad de los espacios urbanos y fortalecer la protección de los recursos naturales y del equilibrio ecológico.

Entre sus políticas generales destacan:

a) La consolidación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población;
b) La protección del ambiente, la preservación y restauración del equilibrio ecológico, y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales;
c) La promoción de actividades productivas;
d) La formulación, ejecución y evaluación de proyectos, medidas y acciones en materia de ordenamiento y administración sustentable del territorio; y
e) La operación y mejoramiento de los sistemas urbanos en rubros como educación, salud, asistencia social, comercio, transporte, recreación, cultura y seguridad.

Este instrumento plantea una visión de largo plazo para el territorio estatal, en la que se articulan políticas de ordenamiento ecológico y urbano con la finalidad de contener el crecimiento disperso, densificar de forma planificada las zonas urbanas y garantizar la conservación de ecosistemas estratégicos. Asimismo, incorpora criterios de adaptación al cambio climático, en congruencia con la legislación nacional y estatal vigente (LCCG, 2013), impulsando acciones preventivas y de resiliencia ante escenarios de variación en temperatura y precipitación, así como ante eventos meteorológicos extremos. Entre las acciones propuestas se incluyen planes de protección y contingencia para zonas altamente vulnerables, que abarcan tanto áreas urbanas como territorios rurales y destinos turísticos con menor nivel de protección.

El PEDUOET refuerza también las políticas de conservación de la biodiversidad, la conectividad ecológica y la protección de zonas de recarga de acuíferos. Para ello, establece criterios y estrategias regulatorias que limitan la impermeabilización del suelo y promueven la conservación de corredores biológicos, además de identificar UGAT con objetivos ambientales específicos para orientar la gestión del territorio en el corto, mediano y largo plazo.

Consulta Pública

En este contexto, el Proyecto se localiza dentro de laUGAT 352, conforme al modelo de ordenamiento sustentable del territorio definido por el PEDUOET. Para esta unidad se han establecido políticas ecológicas y territoriales, lineamientos ambientales, actividades compatibles e incompatibles, así como criterios de regulación que guían las acciones de aprovechamiento y conservación. Dichos elementos permiten evaluar la congruencia de las actividades proyectadas con la política territorial estatal, asegurando que la ejecución del Proyecto se realice en alineación con los objetivos y estrategias de planeación establecidos para la entidad.

Consulta Pública

***Mapa 2 Unidades de Gestión Ambiental en las que recae el Proyecto***

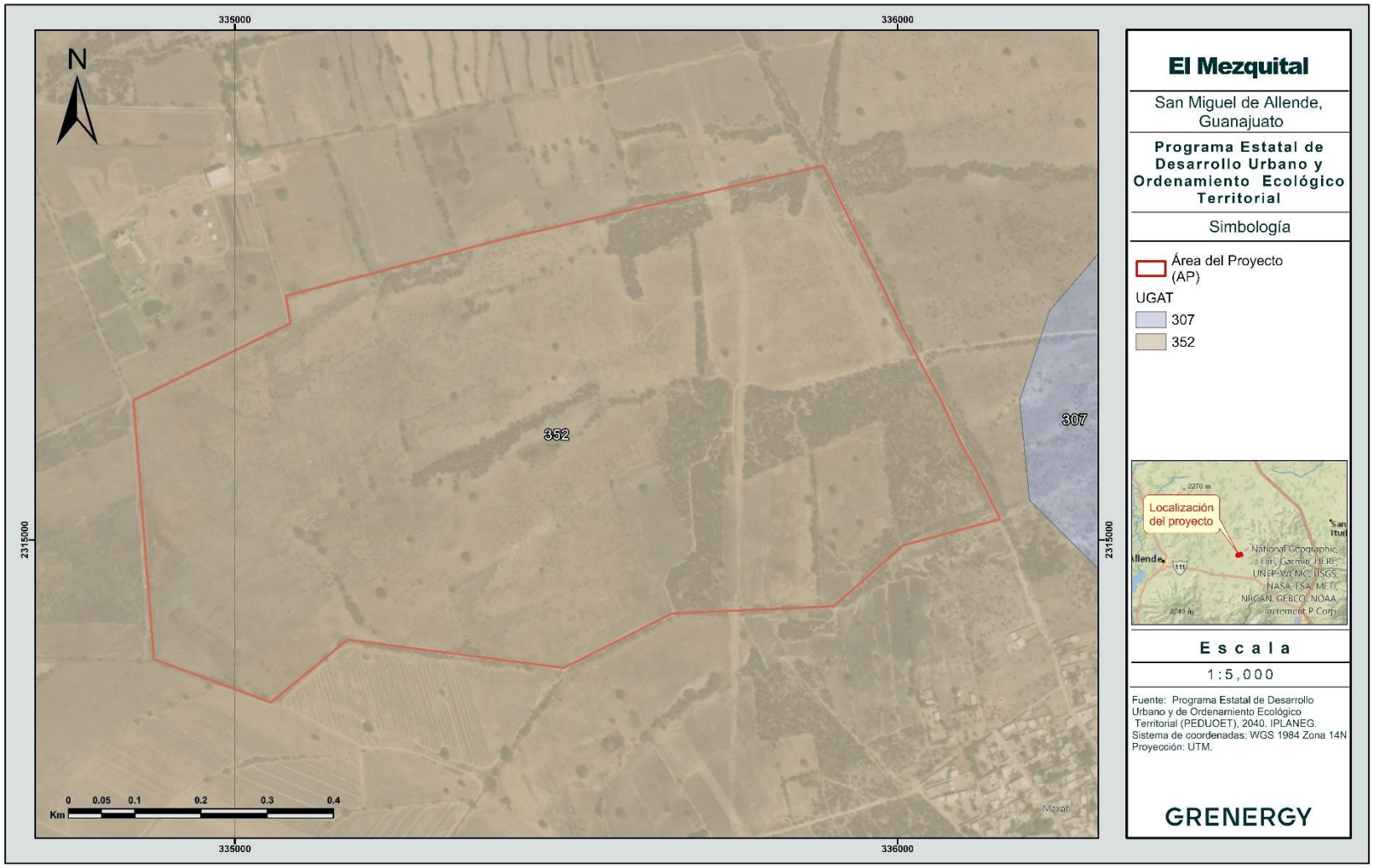
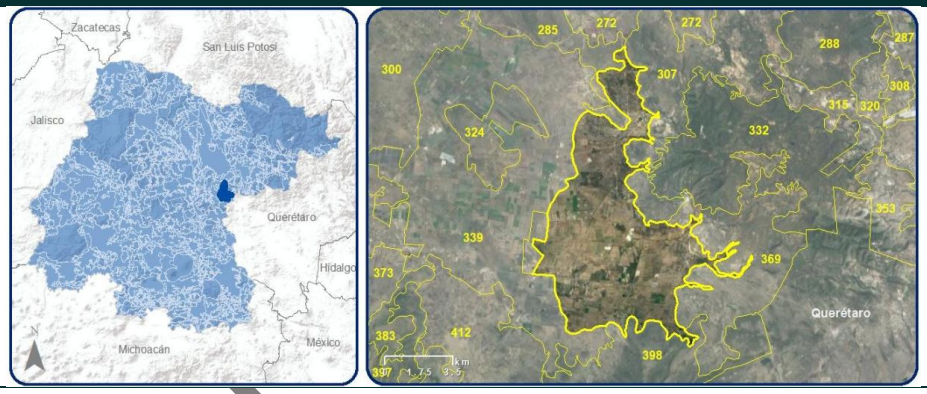


***Tabla 3 Ficha Técnica de la UGA en la que recae el Proyecto***

| Actualización del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato | | | |
|---|---|---|---|
| **UGA** | Política Ecológica | Política Territorial |  |
| **352** | Aprovechamiento sustentable | Mejoramiento | |
| Recarga del Acuífero | Alta | | |
| Erosión | Sin erosión | | |
| Paisaje estético | Sin Paisaje | | |
| Modelo | | | |
| Lineamiento | Mejorar el aprovechamiento sustentable de las áreas tradicionales de agricultura de temporal y ganadería extensiva mediante el impulso económico que aumente su productividad y reduzca las pérdidas en los predios con vocación agropecuaria y pendiente menores al 30%, aplicando paquetes tecnológicos que incluyan silvicultura o fruticultura adaptadas al tipo de suelo y a las condiciones climáticas de la UGAT. | | |
| Actividades compatibles: | Acuacultura, Agricultura de temporal, Agricultura de riego, Agricultura de humedad, Agroindustria, Ganadería extensiva, Ganadería intensiva, Forestal maderable, Turismo alternativo, Asentamientos humanos rurales, Infraestructura puntual, Infraestructura lineal, Infraestructura de área, Proyectos de energía eólica, Proyectos de energía solar, Minería no metálica de alta disponibilidad | | |
| Actividades incompatibles: | Forestal no maderable, Turismo convencional, Asentamientos humanos urbanos, Industria ligera, Industria mediana, Industria pesada, Minería no metálica de baja disponibilidad, Minería metálica, Sitio de disposición final | | |
| Criterios | Acu02, Acu03, Acu04, Acu05, Acu06, Acu07, Acu09, Acu10, Acu11, Agt05, Agt06, Agt07, Agt08, Agt09, Agt10, Agt11, Agt12, Agt13, Agt14, Agt15, Agt16, Agt17, Agt18, Agt20, Agr02, Agr03, Agr04, Agr05, Agr06, Agr07, Agr08, Agr09, Agr10, Agr11, Agr12, Agh01, Agh03, Agh04, Agh05, Agi01, Agi02, Agi03, Agi04, Agi05, Agi06, Agi07, Agi09, Agi10, Gex08, Gex09, Gin01, Gin02, Gin03, Gin04, Gin05, Gin06, Gin08, Gin09, Fom14, Fom15, Tal01, Tal05, Tal06, Tal07, Tal08, Tal09, Tal10, Tal11, Tal12, Tal13, Tal14, Tal18, Tal19, Tal21, Ahr01, Ahr02, Ahr03, Ahr04, Ahr05, Ahr06, Ahr07, Ahr08, Ahr09, Ahr10, Ahr11, Ahr12, Ahr13, Ahr14, Ahr15, Ahr16, Ifp01, Ifp02, Ifl04, Ifl05, Ifl06, Ifl08, Ifl10, Ifl12, Ifl13, Ifl14, Ifl16, Ifl17, Ifl18, Ifl20, Ifl21, Ifl22, Ifl23, Ifa01, Ifa02, Ifa03, Ifa05, Ifa07, Eol01, Eol02, Eol03, Eol04, Eol05, Eol07, Eol08, Sol01, Sol02, Sol04, Mna01, Mna02, Mna03, Mna04, Mna05, Mna06, Mna07, Mna08 | | |
| Estrategias | EAm04, EAm05, EAm09, EAm10, EAm12, EAm13, EAm15, EAm19, EAm20, ESo03, EEc01, EEc07, EEc08, EEc09, EEc10, EEc11, EEc13 | | |

Consulta

De conformidad con lo anterior, el Proyecto se localiza en una Unidad de Gestión Ambiental compatible con Proyectos de Generación de Energía a través de fuentes Renovables, en este caso, mediante tecnología fotovoltaica. Esta modalidad contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, minimiza la generación de contaminantes a la atmósfera y favorece el cumplimiento de los criterios de conservación de suelo y agua, al incorporar soluciones de infiltración y materiales permeables en áreas operativas y de caminos, en congruencia con los lineamientos aplicables a dichas UGAT.

A continuación, se realiza la vinculación con los criterios establecidos en la UGAT:

Consulta Pública

*Tabla 4 Vinculación con los Criterios establecidos para la UGAT 352.*

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| **Acuacultura** | | |
| Acu02, | *Se garantizará que no exista invasión de especies exóticas hacia los ecosistemas acuáticos. No se permitirá su producción en cuerpos de aguas naturales y se dará preferencia a las variedades estériles y/o aquellas que no tengan capacidad para trasladarse vía terrestre de un cuerpo de agua a otro.* | Los criterios asociados a actividades de acuacultura (Acu02–Acu11) no son aplicables al Proyecto, ya que en el sitio no se desarrollan ni se desarrollarán actividades relacionadas con la producción acuícola.<br>El Proyecto no contempla el uso de cuerpos de agua naturales o artificiales para fines de producción acuícola, ni la introducción de especies exóticas, el establecimiento de unidades de producción o actividades que impliquen contaminación genética.<br>Asimismo, no se realizarán descargas directas de aguas residuales en cuerpos de agua. El manejo de las aguas residuales generadas estará regulado a través del Programa de Manejo Integral de Residuos, en el cual se contempla su recolección por parte de una empresa autorizada por la autoridad ambiental competente, garantizando su disposición final adecuada conforme a la normatividad aplicable.<br>De igual forma, no se prevén procesos de abandono relacionados con actividades acuícolas que impliquen restauración de este tipo, por lo que no existe vinculación directa con estos criterios, dada la naturaleza distinta de las actividades del Proyecto. |
| Acu03, | *Las actividades acuícolas deberán mantener una distancia de 200 metros con respecto a cualquier escurrimiento o canal que derive a escurrimientos naturales.* | |
| Acu04, | *Se prohíbe la contaminación genética de las poblaciones locales de fauna y flora derivada de la introducción de individuos con genes que no han sido seleccionados naturalmente.* | |
| Acu05, | *Las unidades de producción acuícola deberán contar con un sistema de tratamiento primario de las aguas residuales.* | |
| Acu06, | *Se prohíbe la descarga directa de aguas residuales derivadas de las unidades de producción acuícola en cuerpos de agua a fin de evitar la contaminación y eutrofización.* | |
| Acu07, | *En la acuacultura con fines de producción alimenticia se prohíbe el uso de especies transgénicas.* | |
| Acu09, | *En los encierros que aprovechen cuerpos de agua lenticos temporales, se podrán introducir especies exóticas de rápido crecimiento, siempre que no tengan la capacidad de migrar vía terrestre de un cuerpo de agua a otro o que los ejemplares y huevecillos puedan sobrevivir en el lecho del cuerpo de agua desecado.* | |
| Acu10, | *En el proceso de abandono de cualquier Proyecto acuícola, se deberá efectuar una restauración del sitio consistente en el retiro de la infraestructura, el restablecimiento de los flujos de agua originales y una reforestación con especies nativas, si aplica.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Acu11, | *El desarrollo de actividades de acuacultura estará condicionado a que se cuenten con los títulos de concesión correspondientes en materia de agua.* | |
| **Agricultura de temporal** | | |
| Agt05, | *En las unidades de producción donde se cultiven especies anuales se establecerá un cultivo de cobertura al final de cada ciclo del cultivo que será incorporado como abono verde o bien utilizando como forraje para el ciclo siguiente. Estas especies podrán ser leguminosas como garbanzo, chícharo, trébol dulce o frijol terciopelo; cereales como trigo, centeno, avena o bien podrá aplicarse alguna mezcla como avena más trébol.* | Los criterios relacionados con Agricultura de temporal (Agt05–Agt20) no aplican directamente, ya que el Proyecto no contempla actividades agrícolas como parte de sus componentes constructivos u operativos. Sin embargo, se consideran aspectos relevantes vinculados al manejo del suelo y la vegetación para contribuir a la conservación de las condiciones ecológicas del sitio.<br>En primer lugar, el Proyecto no implica la expansión de la frontera agrícola, el desmonte de vegetación forestal con fines agropecuarios ni el desarrollo de prácticas agrícolas que modifiquen ecosistemas o afecten zonas sujetas a restauración.<br>Asimismo, no se realizarán quemas de residuos agrícolas ni actividades de laboreo, barbecho o terraceo (Agt06, Agt14, Agt15), por lo que no se generarán los impactos asociados a dichas prácticas. Tampoco se contempla el uso de agroquímicos, fertilizantes ni semillas transgénicas (Agt10, Agt11, Agt17), por lo que no existe riesgo de contaminación de cuerpos de agua superficiales o subterráneos ni de degradación de suelos por dichas causas.<br>Por otra parte, la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua permitirá mantener las condiciones naturales de infiltración y prevenir procesos de erosión. Aunado a ello, se contempla que bajo la estructura se permita el crecimiento de vegetación natural o herbácea, lo cual contribuirá a la retención de humedad, favorecerá la infiltración de agua al subsuelo y reducirá la erosión tanto hídrica como eólica, en concordancia con los criterios Agt07, Agt08, Agt12, Agt15, Agt16 y Agt18.<br>Estas acciones garantizan la compatibilidad del Proyecto con los criterios ambientales aplicables a zonas agrícolas de temporal, aun cuando no se desarrollen actividades agropecuarias propiamente dichas. |
| Agt06, | *Se prohíbe la quema de esquilmos y de perímetros de predios agrícolas post cosecha. Se deberá priorizar su incorporación al suelo y su empacado para reutilización.* | |
| Agt07, | *En pendientes suaves (menores al 10%) se recomienda la utilización de canales de desvió y surcados en contorno para reducir la escorrentía superficial y de la misma manera evitar la erosión del suelo a mediano plazo.* | |
| Agt08, | *En pendientes moderadas (10-30%) se recomienda introducir cultivos perennes o sistemas agroforestales que deberán desarrollarse mediante terrazas y franjas, siguiendo las curvas de nivel para el control de la erosión.* | |
| Agt09, | *En áreas preferente forestales con pendientes mayores a 30% sujetas a aprovechamiento agropecuario, se deberá restablecer la cobertura vegetal natural con especies nativas.* | |
| Agt10, | *El uso de plaguicidas, nutrientes vegetales y todos los aspectos fitosanitarios deberán estar regulados por la autoridad competente.* | |
| Agt11, | *Se deberá evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas derivadas del uso inadecuado de agroquímicos o mala disposición final de envases o residuos de los mismos, evitando la escorrentía de plaguicidas, fertilizantes hacia las* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | *aguas superficiales y evitar la lixiviación de nitrógeno, fosforo y nitratos utilizados en las prácticas agrícolas que contaminen las aguas subterráneas.* | |
| Agt12, | *A fin de reducir el lavado de nitratos se mantendrá la máxima cobertura vegetal, se reducirá el laboreo en otoño, evitará la quema de rastrojos, se enterrarán pajas y se limitarán las poblaciones de ganado en praderas fertilizadas.* | |
| Agt13, | *Cuando se incorporen residuos orgánicos al terreno de cultivo se les aplicarán tratamientos fitosanitarios para que estos no representen un riesgo de contaminación al producto. Estos tratamientos podrán ser químicos o naturales como la solarización o desinfección por vapor de agua.* | |
| Agt14, | *Las prácticas agrícolas tales como barbecho. Surcado y terraceo deben realizarse en sentido perpendicular a la pendiente.* | |
| Agt15, | *Se fomentará la técnica agrícola denominada labranza de conservación como medida para controlar la erosión de los suelos y evitar la quema de esquimos. Se trata de un sistema de laboreo que realizara la siembra sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior, con lo cual se conserva la humedad y se reduce la perdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión.* | |
| Agt16, | *La agricultura deberá realizarse evitando la degradación de los suelos por erosión o por modificación de sus características fisicoquímicas y sin afectar la biodiversidad de los ecosistemas de la UGAT.* | |
| Agt17, | *No se deberá permitir el almacenamiento, uso alimentario y siembra de semillas y material vegetal transgénico para fines agrícolas, hortícolas y pecuarios.* | |
| Agt18, | *Se evitará la impermeabilización de los suelos en zonas agrícolas.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Agt20, | *En las unidades de producción donde se cultiven especies anuales se fomentará la siembra de un cultivo de cobertura al final de cada ciclo de cultivo, que será incorporado como abono verde o utilizado o utilizado como forraje para el ciclo siguiente.* | |
| **Agricultura riego** | | |
| Agr02, | *El uso de plaguicidas, nutrientes vegetales y todos los aspectos fitosanitarios deberán estar regulados por la Comisión Intersecretarial para el Control de Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Toxicas (CICLOPLAFEST).* | Los criterios vinculados con Agricultura de riego (Agr02–Agr12) no aplican directamente, ya que el Proyecto no contempla actividades agrícolas bajo sistemas de riego ni el uso de agroquímicos, fertilizantes o semillas transgénicas. En consecuencia, no se generarán descargas derivadas de actividades agrícolas ni se requerirán sistemas de riego tecnificados, zonas de amortiguamiento para cultivos ni prácticas relacionadas con la producción agrícola.<br>No obstante, de manera indirecta, se aplicarán medidas alineadas con algunos criterios para favorecer la conservación de los recursos hídricos y edáficos del sitio. Por una parte, no se realizarán prácticas que puedan generar escorrentías contaminantes ni procesos de lixiviación (Agr03, Agr06, Agr07), por lo que se previene la contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos.<br>Asimismo, no se utilizarán agroquímicos ni fertilizantes (Agr02, Agr03), y no se producirán residuos plásticos agrícolas (Agr12). En cuanto a las aguas residuales, estas serán manejadas a través del Programa de Manejo Integral de Residuos, en el cual se especifica que una empresa autorizada por la Secretaría competente recolectará y dispondrá de manera adecuada las aguas residuales, asegurando el cumplimiento normativo.<br>Finalmente, no se generarán obras ni acciones que impliquen la impermeabilización de suelos agrícolas o la alteración de zonas de recarga hídrica (Agr10, Agr11). En su lugar, se fomentará el mantenimiento de la cobertura vegetal bajo la estructura, lo que permitirá favorecer la infiltración natural y prevenir procesos erosivos, manteniendo la compatibilidad ambiental con los criterios aplicables. |
| Agr03, | *Se deberán usar adecuadamente los agroquímicos para prevenir la escorrentía de plaguicidas y fertilizantes hacia las aguas superficiales; y en el caso de las aguas subterráneas se evitarán procesos de acumulación de partículas, nitrógeno, fosforo y nitratos utilizados en las prácticas agrícolas, que podrían llegar a las aguas subterráneas por procesos de lixiviación provocando su contaminación. El manejo y disposición final de los envases y de sus residuos se realizará en contenedores adecuados en apego a las normas aplicables.* | |
| Agr04, | *Cuando se incorporen residuos o materia vegetal de otros cultivos se deberán aplicar tratamientos fitosanitarios para que estos no representen un riesgo de contaminación. Estos tratamientos pudieran ser químicos o naturales como la solarización o desinfección por vapor de agua.* | |
| Agr05, | *En las unidades de producción donde se cultiven especies anuales se fomentará la siembra de un cultivo de cobertura al final de cada ciclo del cultivo, que será incorporado como abono verde o utilizado como forraje para el ciclo siguiente.* | |
| Agr06, | *El área de cultivo deberá estar separada de río y cuerpos de agua por una zona de amortiguamiento de 20 metros. Estas zonas de amortiguamiento tendrán por lo menos vegetación nativa y de preferencia especies arbóreas.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Agr07, | *Se evitará la quema de esquilmos y de perímetros de predios agrícolas post cosecha, se deberá priorizar su incorporación al suelo y su empacado para reutilización.* | |
| Agr08, | *El desarrollo de actividades de agricultura de riego estará condicionado a que se cuenten con los títulos de concesión correspondientes en materia de agua.* | |
| Agr09, | *Las actividades agrícolas estarán condicionadas a la tecnificación de los sistemas de riego en al menos el 25% de la superficie total a mediano plazo y el 50% a largo plazo.* | |
| Agr10, | *Se evitará la impermeabilización de los suelos en zonas agrícolas.* | |
| Agr11, | *En las zonas de recarga de medio y alto potencial los distritos de riego deberán dar tratamiento primario de agua (como reactores anaerobios de flujo ascendente o fosas sépticas) en donde se ocupe bajo la supervisión de su correcto funcionamiento por parte del municipio.* | |
| Agr12, | *Todos los residuos plásticos generados derivados de la actividad agrícola, tales como cintillas, cañerías, cubiertas de invernadero, semilleros, entre otros, deberán ser recolectados y manejados de acuerdo a las etapas de manejo integral de residuos de manejo especial priorizando su valorización sobre la disposición final.* | |
| **Agricultura de humedad** | | |
| Agh01, | *Se deberá evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas derivada del uso inadecuado de agroquímicos o mala disposición final de envases o residuos de los mismos, evitando la escorrentía de plaguicidas y fertilizantes hacia cuerpos de agua superficiales. Además, se evitará procesos de la acumulación de contaminantes agroquímicos en las aguas subterráneas por proceso de lixiviación.* | Los criterios correspondientes a Agricultura de humedad (Agh01–Agh05) no aplican directamente, ya que el Proyecto no contempla el desarrollo de actividades agrícolas en zonas de humedales ni el uso de agroquímicos, fertilizantes o prácticas productivas asociadas.<br>No obstante, se atenderán los principios ambientales relacionados con la prevención de contaminación de aguas superficiales y subterráneas (Agh01, Agh03), mediante la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos, en el cual se establece que las aguas residuales generadas serán recolectadas y dispuestas por una empresa autorizada por la autoridad |
| Agh03, | *Se evitará la contaminación generada por los subproductos y residuos de las prácticas agrícolas, particularmente hacia escurrimiento y barrancas.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Agh04, | *El impacto de las actividades de agricultura en zonas de humedales será evaluado a través de un estudio cada dos años.* | competente, garantizando un manejo adecuado que evite afectaciones a escurrimientos, barrancas o cuerpos de agua.<br>Por otra parte, no se llevarán a cabo actividades agrícolas que requieran evaluaciones periódicas en humedales (Agh04), ni se realizarán acciones que impliquen la impermeabilización de los suelos (Agh05). Al contrario, se fomentará el mantenimiento de la cobertura vegetal bajo la estructura, lo que favorecerá la infiltración natural y la conservación de las condiciones edáficas e hidrológicas del sitio, en congruencia con los criterios ambientales aplicables. |
| Agh05, | *Se evitará la impermeabilización de los suelos en zonas agrícolas.* | |
| **Agroindustria** | | |
| Agi01, | *La infraestructura requerida para el desarrollo de la actividad agroindustrial no deberá constituirse en aquellas áreas que comprendan o se encuentren en las cercanías de ecosistemas frágiles o de relevancia ecológica.* | Los criterios vinculados con Agroindustria (Agi01–Agi10) no aplican directamente, ya que el Proyecto no contempla la instalación de infraestructura agroindustrial ni actividades de transformación de productos agrícolas.<br>Sin embargo, se destaca que el uso de energía renovable constituye un elemento clave de compatibilidad con estos criterios (Agi03). La generación eléctrica se llevará a cabo mediante el aprovechamiento de fuentes renovables, contribuyendo así a la reducción de emisiones contaminantes y al cumplimiento de metas de sostenibilidad energética establecidas en la normatividad.<br>En materia de residuos y descargas, no se realizarán actividades industriales que generen residuos líquidos o sólidos propios de procesos agroindustriales (Agi04, Agi05, Agi06). No obstante, el Proyecto aplicará el Programa de Manejo Integral de Residuos, que incluye el manejo adecuado de las aguas residuales generadas, mismas que serán recolectadas y dispuestas por una empresa autorizada por la autoridad competente, garantizando que no existan descargas directas a cuerpos de agua o escurrimientos, en congruencia con los criterios ambientales.<br>Tampoco se contemplan actividades que impliquen un alto consumo de agua ni la instalación de sistemas de captación pluvial con fines agroindustriales (Agi07), ni la implementación de programas de manejo de materias primas agroalimentarias (Agi09). Asimismo, no se requerirán títulos de concesión en materia de agua para actividades agroindustriales, ya que este tipo de uso no forma parte del Proyecto (Agi10).<br>En síntesis, aunque no se desarrollarán actividades agroindustriales, el Proyecto mantiene compatibilidad con los principios de aprovechamiento de energías |
| Agi02, | *Los Proyectos agroindustriales que se promuevan en la UGAT deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como de riesgo.* | |
| Agi03, | *Los Proyectos agroindustriales que se promuevan en la UGAT deberán de generar al menos el 25% de su energía mediante fuentes renovables.* | |
| Agi04, | *Las actividades agroindustriales deberán prevenir y reducir la generación de residuos, dando un manejo integral adecuado y privilegiando la valorización sobre su disposición final.* | |
| Agi05, | *Las actividades agroindustriales deberán contar con un Proyecto integral hídrico que contemple el reusó de al menos el 50% y el tratamiento del total de sus aguas residuales.* | |
| Agi06, | *Se prohíbe el depósito de residuos sólidos, así como las descargas industriales sin tratamiento a cuerpos de agua y escurrimientos permanentes o temporales.* | |
| Agi07, | *Las actividades agroindustriales que requieran de un alto consumo de agua deberán contar con sistemas de captación de agua de lluvia que subministren al menos el 15% del agua requerida.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Agi09, | *En las zonas de mediano y alto potencial de recarga de acuífero, las autorizaciones para la instalación de industrias agroalimentarias estarán sujetas a la presentación de programas de manejo de residuos sólidos y líquidos actualizados con las acciones pertinentes para la prevención de la contaminación de los acuíferos y ríos, así como de un programa de manejo adecuado de sus materias primas como conservadores y embalajes que sean amigables con el medio ambiente.* | renovables y manejo adecuado de residuos y aguas residuales, en concordancia con los criterios aplicables de la UGAT. |
| Agi10, | *El desarrollo de Proyectos agroindustriales estará condicionado a que se cuenten con los títulos de concesión correspondientes en materia de agua.* | |
| **Ganadería extensiva** | | |
| Gex08, | *Las áreas con vegetación arbustiva y pastizales con pendientes entre 20% y 30% sólo podrán utilizarse para el pastoreo en épocas de lluvias.* | Los criterios relacionados con Ganadería extensiva (Gex08–Gex09) no aplican directamente, ya que el Proyecto no contempla actividades pecuarias de ningún tipo, ni el establecimiento de potreros, áreas de pastoreo o infraestructura ganadera. Aunque no se realizarán actividades ganaderas, el Proyecto favorecerá la conservación de la cobertura vegetal natural existente y, mediante la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua, se contribuirá a mantener las condiciones ecológicas del sitio, lo que es congruente con los criterios. Tampoco se permitirá el desmonte de vegetación para ampliar fronteras pecuarias, la quema de vegetación con fines de fomento forrajero o la realización de actividades en zonas de pendiente o cauces. |
| Gex09, | *Se promoverá la conservación o establecimiento de islas de vegetación natural en corrales de agostadero o praderas artificiales que constituyen piedras de paso en el ámbito de los corredores biológicos para la fauna silvestre.* | |
| **Ganadería intensiva** | | |
| Gin01, | *Todos los establos, ranchos y granjas deberán dar un tratamiento primario a sus aguas residuales previo a su descarga, además de dar un manejo adecuado a sus residuos sólidos.* | El Proyecto no contempla establos, ranchos ni granjas pecuarias, por lo que este criterio no aplica directamente. Sin embargo, se garantiza que las aguas residuales generadas y los residuos sólidos serán manejados adecuadamente mediante el Programa de Manejo Integral de Residuos, que considera la recolección, transporte y disposición final por parte de una empresa autorizada por la Secretaría competente. |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Gin02, | *Se deberá desarrollar en cada unidad de producción un sistema de manejo del estiércol, que considere su tratamiento, técnicas adecuadas para su almacenamiento, recubrimiento y procesos de compostaje.* | El Proyecto no genera estiércol ni contempla instalaciones pecuarias, por lo que este criterio no resulta aplicable. No obstante, se contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos para asegurar la disposición adecuada de todos los residuos generados durante las distintas etapas del Proyecto. |
| Gin03, | *La ganadería intensiva se podrá desarrollar únicamente en predios con pendientes menores al 10%.* | El Proyecto no contempla actividades de ganadería intensiva, por lo que este criterio no aplica. La ocupación del terreno se relaciona exclusivamente con la instalación de infraestructura, la cual no implica la crianza de ganado ni el desarrollo de actividades pecuarias. |
| Gin04, | *Los residuos biológico-infecciosos resultado de la matanza y procesamiento de productos o subproductos del ganado, deberán ser sometidos a sistemas de tratamiento y depositados en sitios de disposición final adecuados.* | El Proyecto no contempla actividades de matanza ni procesamiento de ganado, por lo que este criterio no aplica. Los residuos generados serán manejados bajo el Programa de Manejo Integral de Residuos, garantizando su disposición final en sitios autorizados. |
| Gin05, | *Los baños garrapaticidas solamente podrán ser ubicados en zonas planas sobre superficies impermeables y alejadas de corrientes superficiales al menos 1.5km.* | El Proyecto no contempla instalaciones para baños garrapaticidas ni prácticas similares de manejo pecuario, por lo que este criterio no resulta aplicable. |
| Gin06, | *Se deberán utilizar piensos y forrajes mejorados que reduzcan la producción de metano en los procesos de fermentación entérica del ganado, adicionados con nitratos, ionóforos y compuestos bioactivos de plantas.* | El Proyecto no involucra actividades de alimentación de ganado ni procesos pecuarios, por lo que este criterio no aplica. |
| Gin08, | *Se priorizará el manejo animal (selección genética, sanidad animal, mortalidad reducida y optimización de la edad de sacrificio) y el manejo reproductivo (estrategias de apareamiento, vida productiva mejorada, fecundidad aumentada, atención peripuerperal, reducción del estrés y tecnologías reproductivas) para reducir la producción potencial de gases de efecto invernadero.* | El Proyecto no contempla actividades de manejo animal ni reproductivo, por lo que este criterio no aplica. Sin embargo, como parte de su contribución ambiental, se aplicarán programas como el Programa de Conservación de Suelo y Agua, que ayudan a mantener procesos ecológicos locales, y el Programa de Manejo Integral de Residuos, que asegura una correcta disposición de residuos para evitar emisiones o afectaciones indirectas. |
| Gin09, | *El desarrollo de actividades pecuarias intensivas estará condicionado a que se cuenten con los títulos de concesión correspondientes en materia de agua.* | El Proyecto no corresponde a una actividad pecuaria intensiva, por lo que este criterio no aplica. No obstante, en caso de requerirse agua para actividades auxiliares, se garantizará su uso conforme a la normatividad aplicable, sin generar presiones adicionales sobre el recurso hídrico. |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| **Forestal maderable** | | |
| Fom14, | *La actividad forestal se limitará a plantaciones forestales comerciales, sin generar modificaciones a los ecosistemas, utilizando únicamente especies nativas y sujetándose a estrictas medidas de control determinadas por la instancia competente.* | El Proyecto no contempla actividades forestales maderables ni el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, por lo que este criterio no aplica directamente. No obstante, para las áreas que requieran cambio de uso de suelo forestal, se elaborará posteriormente el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) correspondiente y se dará cumplimiento a las medidas que determine la autoridad competente, incluyendo las relacionadas con restauración y compensación forestal. |
| Fom15, | *Las plantaciones deberán mantener una franja de amortiguamiento hacia los ecosistemas naturales, manteniendo la integridad de los ecosistemas acuáticos y/o terrestres.* | El Proyecto no contempla el establecimiento de plantaciones forestales, por lo que este criterio no aplica directamente.<br>Por otro lado, el diseño del Proyecto no implica la intervención de ecosistemas acuáticos ni zonas de alta sensibilidad ambiental. Las superficies donde se desarrollará el Proyecto corresponden a predios previamente utilizados para actividades agrícolas y ganaderas, que han sido abandonados y presentan actualmente vegetación secundaria.<br>Sin embargo, se elaborará el ETJ correspondiente para aquellas áreas del proyecto que presentan vegetación forestal, en el que se establecerán las medidas de restauración y compensación que determine la autoridad competente. A través de dicho estudio, se solicitará la correspondiente ACUSTF conforme a la legislación aplicable. |
| **Turismo alternativo** | | |
| Tal01, | *Las actividades turísticas realizadas en la UGAT estarán relacionadas con Proyectos ecoturísticos, turismo de aventura, extremo o rural, evitando Proyectos de turismo convencional que impacten negativamente a los ecosistemas, la biodiversidad y los recursos naturales.* | El Proyecto no contempla actividades turísticas, por lo que este criterio no aplica directamente. |
| Tal05, | *Las actividades turísticas se desarrollarán sin afectar a otras actividades económicas, sociales y culturales de la zona.* | Este criterio se dirige a Proyectos de turismo alternativo. El Proyecto no contempla actividades turísticas, por lo que no aplica directamente. |
| Tal06, | *Todos los desarrollos de turismo alternativo deberán contemplar un programa integral de sistema de tratamiento de sus aguas residuales.* | Si bien este criterio está orientado a Proyectos turísticos, el Proyecto contempla la generación de aguas residuales, por lo que se aplicará el Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se contratará una empresa autorizada por |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | | la Secretaría competente para asegurar el tratamiento y disposición final adecuada de las aguas residuales, conforme a la normatividad aplicable. |
| Tal07, | *El desarrollo de Proyectos turísticos incluirá procesos de participación ciudadana con las comunidades rurales involucradas.* | El Proyecto no contempla actividades turísticas, por lo que este criterio no aplica directamente. |
| Tal08, | *En los Proyectos turísticos promovidos o financiados total o parcialmente por instituciones del sector público se deberá capacitar a la población local en el manejo de los recursos naturales, patrimoniales, financieros y socio-organizativos necesarios para el aprovechamiento sustentable.* | Este criterio se dirige a desarrollos turísticos financiados con recursos públicos. El Proyecto no contempla actividades turísticas ni es promovido por instituciones del sector público, por lo que no aplica directamente. |
| Tal09, | *Para gestión y operación de los Proyectos de desarrollo turístico promovidos o financiados total o parcialmente por instituciones del sector público se dará prioridad a los habitantes de las comunidades rurales involucradas.* | Este criterio se refiere a Proyectos turísticos. El Proyecto no contempla actividades turísticas, por lo que no aplica directamente. |
| Tal10, | *Las obras relacionadas con la actividad turística alternativa deberán emplear materiales ecológicos.* | Este criterio se refiere a construcciones turísticas. El Proyecto no contempla actividades turísticas, por lo que no aplica directamente. |
| Tal11, | *Las áreas verdes de los Proyectos turísticos deberán emplear únicamente vegetación nativa.* | Este criterio aplica a desarrollos turísticos. El Proyecto no contempla áreas verdes turísticas, por lo que no aplica directamente.<br>No obstante, como parte del Programa de Conservación de Suelo y Agua, se contempla el crecimiento y mantenimiento controlado de vegetación bajo la infraestructura, lo cual contribuirá al control de erosión y a la infiltración hídrica. |
| Tal12, | *Las actividades turísticas se desarrollarán sin afectar deliberadamente las tradiciones y costumbres de la población local.* | Este criterio aplica a actividades turísticas. El Proyecto no contempla actividades turísticas, por lo que no aplica directamente. |
| Tal13, | *Las actividades turísticas de la UGAT deberán contar con una Autorización del Impacto Ambiental que considere las perturbaciones a los ecosistemas, al paisaje, la biodiversidad y los servicios ambientales, y que tome en cuenta el límite de cambio aceptable de la UGAT.* | Este criterio se refiere a actividades turísticas. El Proyecto no contempla actividades turísticas, por lo que no aplica directamente. No obstante, contará con su Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad Regional (MIA-R), mediante la cual se evaluarán los impactos ambientales conforme a la legislación vigente. |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Tal14, | *Los Proyectos turísticos que se promuevan en la UGAT deberán contar con un manejo integral de residuos sólidos, que considere su separación en orgánica e inorgánica, así como su valorización o su biodegradación. Quedará absolutamente prohibido el uso de cualquier otro terreno como basurero.* | Aunque este criterio está orientado a proyectos turísticos, el Proyecto contempla la generación de residuos, por lo que se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, que incluye la separación, recolección y disposición final mediante una empresa autorizada, cumpliendo con la normatividad ambiental aplicable. No se utilizarán otros terrenos como sitio de disposición. |
| Tal18, | *Las instalaciones turísticas implementarán de manera prioritaria acciones que permitan obtener al menos el 15% del agua requerida por medio de sistemas de captación de aguas pluviales.* | Este criterio se refiere a desarrollos turísticos. El Proyecto no contempla instalaciones turísticas, por lo que no aplica directamente. |
| Tal19, | *Las instalaciones turísticas implementarán de manera prioritaria acciones que permitan contar con sistemas de producción de energía a partir de fuentes renovables que produzcan al menos el 35% de la energía requerida por el Proyecto.* | Este criterio aplica a instalaciones turísticas. El Proyecto no contempla actividades turísticas, por lo que no aplica directamente. |
| Tal21, | *En zonas de recarga de alto potencial solo se podrá permitir el establecimiento de áreas y Proyectos recreativos ecoturísticos que incluyan en el proceso constructivo como operativo, preferentemente materiales y productos biodegradables.* | Este criterio está dirigido a Proyectos recreativos ecoturísticos, por lo que no aplica directamente al Proyecto. |
| **Asentamientos humanos rurales** | | |
| Ahr01, | *El crecimiento de las comunidades rurales deberá desarrollarse en los territorios definidos para su crecimiento en el PMDUOET. En caso de que no exista una delimitación de la zona habitable, solo podrán ocuparse predios al interior de la comunidad o contiguos a esta, a una distancia no mayor a 500m. El crecimiento no deberá desarrollarse a costa de ecosistemas forestales, y en casos excepcionales se deberá compensar la biomasa removida.* | Los criterios relacionados con Asentamientos humanos rurales (Ahr01–Ahr16) no aplican directamente, ya que el Proyecto no contempla la creación de nuevos núcleos de población, asentamientos rurales, infraestructura habitacional ni ampliación de localidades existentes (Ahr01, Ahr02, Ahr16).<br>La mayor parte de la superficie destinada al Proyecto corresponde a terrenos agrícolas, y únicamente en zonas estratégicas y puntuales se realizará el CUSTF, sin que ello implique la urbanización o establecimiento de comunidades rurales. Por tanto, no se prevén procesos de crecimiento poblacional, ni impactos sobre recursos culturales, históricos o arqueológicos (Ahr03, Ahr04).<br>No se contempla la disposición de residuos sólidos urbanos en el sitio ni la generación de descargas domésticas que requieran ecotecnias de agua potable, drenaje o electrificación propias de asentamientos (Ahr06–Ahr12). En cambio, |
| Ahr02, | *El incremento de la superficie de localidades rurales no deberá superar 1.5 veces al incremento natural de su población.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ahr03, | *Se aplicarán medidas de mitigación de impactos ambientales por el crecimiento de las comunidades rurales con énfasis a las descargas de aguas residuales, emisiones a la atmósfera y manejo integral de residuos, evitando disturbios que modifiquen los hábitos de la fauna en los ecosistemas aledaños.* | los residuos que se generen durante las etapas constructiva y operativa serán manejados conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual incluye la recolección por empresas autorizadas y la disposición final en sitios aprobados por la autoridad ambiental, en congruencia con los criterios Ahr06–Ahr08.<br>El Proyecto no generará expansión de localidades rurales ni demandará servicios públicos adicionales (agua, drenaje, alumbrado o energía eléctrica) que alteren la dinámica de las comunidades existentes. Tampoco se localizará en zonas de riesgo geológico o hidrometeorológico, ni implicará afectaciones a áreas de recarga de acuíferos relacionadas con usos habitacionales rurales (Ahr05, Ahr14–Ahr15).<br>Cabe señalar que la generación de energía mediante radiación solar es una actividad compatible con la UGA correspondiente, por lo que el desarrollo del Proyecto no contraviene los lineamientos establecidos para el crecimiento de asentamientos humanos rurales, ni genera presión sobre el territorio en términos de expansión poblacional. |
| Ahr04, | *El crecimiento de las comunidades rurales se debe desarrollar evitando generar impactos sobre recursos patrimoniales, históricos, arqueológicos, paleontológicos y culturales.* | |
| Ahr05, | *No se permitirá el desarrollo de asentamientos humanos en zonas sujetas a riesgos geológicos e hidrometeorológicos. En las zonas propensas se deberá contar con todas las medidas de prevención y mitigación correspondientes.* | |
| Ahr06, | *No se realizará la disposición de residuos sólidos en barrancas, escurrimientos, predios baldíos, tiraderos a cielo abierto ni la quema de estos, destinándolos a un sitio de disposición final adecuado o un centro de acopio de residuos para prevenir impactos al ambiente.* | |
| Ahr07, | *Los residuos sólidos generados por establecimientos comerciales y de servicio en las comunidades rurales deberán ser recolectados en al menos un 90% y manejados de manera integral conforme a la legislación aplicable, priorizando la valorización por sobre la disposición final.* | |
| Ahr08, | *Se deberá separar los residuos sólidos para su valorización y manejo integral.* | |
| Ahr09, | *En las zonas carentes de infraestructura de subministro de agua entubada o con déficit en el servicio se deberán de implementar ecotecnias para la captación, almacenamiento y filtrado del agua de lluvia que permitan ampliar la cobertura del servicio.* | |
| Ahr10, | *En las zonas carentes de infraestructura de drenaje o con déficit en el servicio se deberán implementar ecotecnias para el* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | *tratamiento de las aguas residuales como fosas sépticas comunitarias o humedales artificiales.* | |
| Ahr11, | *En las zonas carentes de infraestructura eléctrica o con déficit en el servicio, se deberán implementar ecotecnias de generación de energía con fuentes renovables domésticas o comunitarias.* | |
| Ahr12, | *El manejo del alumbrado público incluirá medidas para el ahorro de energía y el uso de nuevas tecnologías y alternativas sustentables que mejoren su funcionamiento.* | |
| Ahr13, | *En los Proyectos económicos o productivos promovidos o financiados total o parcialmente por instituciones del sector público se deberá contar con medidas de disminución de la pobreza y marginación de la población.* | |
| Ahr14, | *En zonas de recarga de alto potencial se limitará el crecimiento de las localidades rurales, o en casos excepcionales, se condicionará al uso en traspatios de materiales que permitan la recarga.* | |
| Ahr15, | *En zonas de recarga de alto potencial en las localidades rurales se promoverá el uso de ecotecnias para tratamiento de aguas residuales.* | |
| Ahr16, | *No se permitirá la creación de nuevos núcleos de población.* | |
| **Infraestructura puntual** | | |
| Ifp01, | *Solo se permitirá la instalación de obras de infraestructura siempre y cuando no tengan efectos negativos que modifiquen la estructura o alteren las funciones de los ecosistemas o recursos naturales.* | El Proyecto contempla la instalación de infraestructura en terrenos previamente utilizados para actividades agrícolas y ganaderas, que actualmente presentan vegetación secundaria.<br>El diseño del Proyecto no implica la intervención de ecosistemas acuáticos ni zonas de alta sensibilidad ambiental, y se llevará a cabo cumpliendo con la legislación ambiental aplicable.<br>La evaluación de los posibles efectos ambientales se realizará mediante la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R), en la |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | | cual se establecerán las medidas preventivas y de mitigación necesarias para asegurar que no se modifiquen las funciones de los ecosistemas ni se afecten recursos naturales de manera significativa. |
| Ifp02, | *Para la instalación de cualquier Proyecto de infraestructura, dentro de las consideraciones para la mitigación del impacto ambiental del resolutivo, se deberá considerar que el promovente recupere en los predios de compensación en un periodo no mayor a cinco años un equivalente del total de biomasa forestal que será removido por el Proyecto. Las especies utilizadas deberán ser nativas.* | El Proyecto requerirá la remoción de vegetación secundaria derivada del abandono de actividades agrícolas y ganaderas, por lo que se llevará a cabo el trámite de CUSTF conforme a la legislación aplicable.<br>Para ello, se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ), en el que se establecerán las medidas de restauración y compensación forestal correspondientes, incluyendo la recuperación de la biomasa afectada y la utilización de especies nativas, en apego a lo que determine la autoridad competente.<br>Aunado a lo anterior, se integra dentro del PVA, el Programa Específico de restauración, mediante el cual se da cabal cumplimiento a este criterio. |
| Ifl04, | *Las carreteras existentes y las nuevas obras deberán contar con los pasos de fauna subterráneos suficientes para garantizar la continuidad entre las diferentes poblaciones animales, contemplando un diseño adecuado para garantizar su éxito.* | Los criterios Ifl04–Ifl23 aplican de forma limitada, ya que el Proyecto no contempla la instalación de infraestructura lineal de gran escala, tales como carreteras nuevas, ductos o líneas de transmisión extensas que pudieran generar fragmentación de ecosistemas, interrupción de corredores biológicos, modificación de flujos hidrológicos o impactos significativos sobre el uso agrícola.<br>En relación con la movilidad de fauna y trazos viales (Ifl04), el Proyecto no prevé la apertura de nuevas vialidades ni obras que interfieran con la conectividad de poblaciones silvestres, por lo que no será necesaria la instalación de pasos de fauna subterráneos ni estructuras similares. Las actividades se desarrollarán utilizando caminos existentes, evitando la generación de trazos nuevos que intercepten corredores biológicos.<br>Respecto a los criterios vinculados con la infiltración y dinámica hidráulica natural (Ifl05, Ifl08, Ifl17, Ifl18), no se contempla la construcción de caminos nuevos con materiales impermeables ni obras que modifiquen flujos naturales. Las acciones se limitarán al acondicionamiento de caminos existentes, sin |
| Ifl05, | *La construcción de caminos deberá prever al menos el 50% de materiales que permitan la infiltración del agua pluvial al subsuelo, los cuales deberán ser estables, consolidados y con drenes adecuados a la dinámica hidráulica natural.* | |
| Ifl06, | *Los Proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGAT deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como prioritarias para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, de recarga y para la preservación del patrimonio histórico, arqueológico, paleontológico y cultural.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ifl08, | *En el caso de que la construcción de infraestructura interrumpa los flujos hidrológicos la empresa responsable de la construcción deberá presentar un Proyecto hidráulico avalado por la autoridad competente, que garantice la continuidad del caudal ecológico de flujo interrumpido.* | instalar revestimientos ni canalizaciones, asegurando que no se interrumpan caudales ecológicos ni se reduzca la capacidad de recarga natural de agua.<br>En cuanto a la localización del Proyecto (Ifl06), los terrenos seleccionados corresponden principalmente a superficies clasificadas como agricultura de temporal, de acuerdo con la Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI (2018). Estos terrenos han sido abandonados de las actividades agrícolas y ganaderas, por lo que actualmente presentan vegetación secundaria. En las áreas donde se requiera, se llevará a cabo posteriormente el trámite para la ACUSTF mediante la presentación del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para justificar el cambio de uso de suelo forestal conforme a la legislación aplicable. Además, se evita la intervención en zonas prioritarias para la conservación de ecosistemas, áreas de recarga de importancia estratégica y patrimonio histórico, arqueológico o paleontológico.<br>En relación con los criterios de vegetación (Ifl10, Ifl12), aunque el Proyecto no involucra el desarrollo de camellones ni banquetas, en las áreas libres bajo la infraestructura se implementará el Programa de Conservación de Suelo y Agua, mediante el cual se permitirá el crecimiento y mantenimiento controlado de vegetación herbácea con especies nativas. Esto contribuirá a reducir la erosión hídrica y eólica, favorecer la infiltración y conservar procesos ecológicos locales.<br>Sobre el uso de agua y estudios técnicos (Ifl13, Ifl14), el Proyecto no requiere el uso de agua para sus procesos de generación.<br>Respecto a la difusión de información y participación (Ifl16), la información sobre las obras y medidas ambientales derivadas de la MIA-R se pondrá a disposición de las comunidades y autoridades competentes, en cumplimiento con los mecanismos de participación establecidos en la legislación ambiental.<br>Los criterios relativos a derechos de vía y usos contiguos (Ifl20, Ifl21) no aplican directamente, ya que el Proyecto no contempla la creación de nuevos derechos de vía ni el aprovechamiento distinto al uso agrícola en terrenos adyacentes, desarrollándose completamente dentro de un polígono previamente delimitado.<br>En cuanto a los impactos sobre uso agrícola y medidas de rescate (Ifl22, Ifl23), el Proyecto no contempla infraestructura lineal adicional ni afectará significativamente el uso agrícola colindante. En caso de realizar desmontes o |
| Ifl10, | *Los Proyectos de infraestructura que se promuevan deberán considerar la incorporación de vegetación arbórea en las zonas de derecho de vía, camellones y banquetas. Las especies deberán ser nativas y acordes a los diferentes tipos de vialidades para evitar cualquier tipo de riesgo, desde perdida de visibilidad, hasta deterioro en las construcciones y banquetas, incluyendo la caída de ramas o derribo de árboles, con raíces superficiales, por efecto del viento.* | |
| Ifl12, | *Para la vegetación de las áreas verdes o libres de Proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGAT se deberá priorizar el uso de especies nativas y se restringirá el uso de especies exóticas invasoras.* | |
| Ifl13, | *Los Proyectos de infraestructura que requieran agua para su desarrollo y operación deberán contar con un Proyecto integral hídrico que evalúe la factibilidad del suministro de agua potable sin que implique una sobre explotación de los acuíferos.* | |
| Ifl14, | *Se deberá realizar un estudio para la evaluación de la factibilidad de cada Proyecto de infraestructura, que integre factores geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, impacto social y de riesgo, que permitan determinar la infraestructura necesaria para la mitigación de riesgos.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ifl16, | *Los estudios, medidas, obras y acciones a desarrollar durante la instalación de nuevos Proyectos de infraestructura deberán difundirse a las comunidades rurales o localidades involucradas según corresponda.* | excavaciones puntuales, se llevarán a cabo acciones de rescate de germoplasma y fauna silvestre, conforme a la normatividad aplicable, garantizando la conservación de especies nativas y la implementación de medidas de mitigación correspondientes. |
| Ifl17, | *La infraestructura de disposición lineal que se desarrolle en zonas de recarga de alto potencial evitará la generación de superficies impermeables que impidan la absorción del agua superficial hacia el subsuelo.* | |
| Ifl18, | *En zonas de alta capacidad de recarga se evitará el revestimiento de arroyos y canales con materiales tradicionales para permitir el paso hacia horizontes inferiores, de ser necesario habrá que remitirse a la aplicación del criterio de uso de materiales porosos.* | |
| Ifl20, | *Los derechos de vía generados para infraestructura lineal deberán respetarse para su uso adecuado, cuyas dimensiones y características serán definidas por la autoridad competente.* | |
| Ifl21, | *En caso de promoverse el aprovechamiento distinto al uso agrícola de los terrenos contiguos al derecho de vía, esté deberá cumplir con la normatividad vigente aplicable y deberá preverse en el PMDUOET que le corresponda.* | |
| Ifl22, | *La instalación de infraestructura lineal deberá evitar impactos significativos sobre el uso agrícola.* | |
| Ifl23, | *Las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de caminos rurales prioritarios para el desarrollo de las comunidades locales, deberá incluir programas de rescate de germoplasma de especies nativas (semillas, esquejas, estacas, hijuelos, etc.) y programas de rescate de la fauna, garantizando medidas de compensación y mitigación.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ifa01, | *Para la vegetación de las áreas verdes o libres de Proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGAT se deberá priorizar el uso de especies nativas y se restringirá el uso de especies exóticas invasoras.* | Los criterios relacionados con Infraestructura (Ifa01–Ifa07) aplican al Proyecto debido a que se realizará la implantación de infraestructura asociada a la generación de energía a partir de radiación solar, sin que esto implique la construcción de obras que modifiquen significativamente la topografía, el flujo hidrológico natural ni la estructura ecológica del sitio.<br>En concordancia con el criterio Ifa01, las áreas libres dentro del polígono del Proyecto (en las que no exista elementos a implantar), mantendrán la vegetación natural existente, brindando un mantenimiento controlado, para favorecer la infiltración de agua y el control de erosión. Así mismo, en el área debajo de los paneles, se favorecerá el crecimiento de vegetación herbácea, a fin de promover un suelo cubierto, contribuyendo así a la infiltración y reduciendo la posible erosión. No se introducirán especies exóticas invasoras y, en caso de realizar revegetación puntual en zonas intervenidas, se priorizará el uso de especies nativas adaptadas a las condiciones locales.<br>En cumplimiento con el criterio Ifa02, se precisa que el uso de agua estará limitado exclusivamente a la fase de preparación y construcción, principalmente para la aplicación de medidas de mitigación de emisiones de polvos fugitivos, tales como el riego de caminos y superficies de trabajo. No se contempla consumo de agua durante la etapa de operación del Proyecto, ya que la generación de energía a partir de radiación solar no requiere procesos que impliquen extracción continua o intensiva de este recurso, en caso de requerir agua como insumo para el lavado de paneles, se buscará que sea agua tratada, provista por una empresa debidamente autorizada para este efecto, evitando en todo momento la sobreexplotación de acuíferos o afectaciones a cuerpos de agua superficiales y subterráneos.<br>En cumplimiento del criterio Ifa03, tanto la selección del sitio como el diseño del proyecto, tomo en consideración las condiciones geológicas, hidrológicas y biológicas para garantizar una ingeniería viable con el menor impacto posible. Así mismo, en la integración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se evaluaron las características bióticas y abióticas del sitio, con el fin de determinar cuáles serían aquellos elementos receptores de los posibles impactos que el proyecto generará, con el fin de diseñar las medidas de mitigación adecuadas para cada uno de ellos. Con respecto al Impacto Social y |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ifa02, | *Los Proyectos de infraestructura que requieran agua para su desarrollo u operación deberán contar con un Proyecto integral hídrico que evalúe la factibilidad del suministro de agua potable sin que implique una sobre explotación de los acuíferos.* | de acuerdo a la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), se elaboró una Manifestación de Impacto Social para el Sector Energético (MISSE), mediante el cual, se estima y valora el Impacto Social del Proyecto, proponiendo a su vez las medidas adecuadas para mitigar aquellos que sean necesarios.<br>Aunado a lo anterior, la ingeniería se ha diseñado cuidando en todo momento no alterar, afectar o bloquear cuerpos de agua o escurrimientos superficiales, asegurando, con ello que los patrones hidráulicos se conserven.<br>Por otro lado, en el Capítulo 4 del presente documento, se integra una sección especifica que realiza el análisis de los riesgos climáticos, hidrometeorológicos y geológicos que existen en la región, mismos que han sido considerados dentro del diseño del proyecto.<br>En conclusión, con el ingreso de la presente MIA-R, así como el Ingreso del MISSE, se da cumplimiento al lineamiento Ifa03.<br>Asimismo, se dará cumplimiento al criterio Ifa05, registrando las acciones, medidas y obras de infraestructura en la bitácora ambiental territorial, lo que permitirá dar seguimiento transparente a la ejecución y mitigación de impactos.<br>Finalmente, en alineación con Ifa07, no se prevé la interrupción de flujos hidrológicos, ya que el Proyecto se implantará sobre terrenos predominantemente agrícolas y planos, donde no existen cauces activos. No obstante, en caso de identificarse flujos superficiales durante la etapa de construcción, se adoptarán medidas hidráulicas de diseño que garanticen su continuidad ecológica, evitando afectaciones al entorno. |
| Ifa03, | *Se realizará una evaluación de factibilidad de cada Proyecto de infraestructura que integre factores geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, impacto social y de riesgos, que permitan a la autoridad competente, determinar la infraestructura necesaria para la mitigación de riesgo.* | |
| Ifa05, | *Los estudios, medidas, obras y acciones a desarrollar durante la instalación de nuevos Proyectos de infraestructura deberán de publicarse en la bitácora ambiental territorial.* | |
| Ifa07, | *En caso de que la construcción de infraestructura interrumpa los flujos hidrológicos la empresa responsable de la construcción deberá presentar un Proyecto hidráulico avalado por la autoridad competente que garantice la continuidad del caudal ecológico del flujo interrumpido* | |
| **Parques eólicos** | | |
| Eol01, | *Se deberán llevar a cabo medidas necesarias para evitar impactos negativos hacia la avifauna u otras especies aéreas, con énfasis en especies prioritarias y migratorias.* | Los criterios Eol01–Eol08 están orientados a regular los impactos ambientales asociados a Proyectos de generación eólica, particularmente en lo que respecta a la interacción de aerogeneradores con la avifauna, especies migratorias y locales, así como a la infiltración en zonas de recarga y el desmantelamiento de componentes eólicos al término de su vida útil. |
| Eol02, | *La manifestación de impacto ambiental deberá considerar además de todos los elementos previstos en la legislación, el deterioro del paisaje.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Eol03, | *Los Proyectos de generación eólica tendrán un monitoreo continuo de las especies aéreas (aves, murciélagos e insectos) que se distribuyen en el área del Proyecto, que contemple un registro de los individuos afectados por colisiones, donde se especifique el horario, velocidad del aerogenerador, ubicación, y otros factores que se consideren relevantes para la adopción d medidas de mitigación que reduzcan los impactos sobre la biodiversidad local. El programa de monitoreo deberá ser avalado por la autoridad competente.* | Debido a que el proyecto considera la generación de energía a través de tecnología fotovoltaica y no eólica, los lineamientos Eol no son vinculables al proyecto.<br>Sin embargo, a tratarse de energías renovables, los criterios ambientales con los que el Proyecto ha sido diseñado, se enfocan en el cuidado y conservación del ecosistema, así como en mitigar adecuadamente los impactos que el desarrollo de este puede generar.<br>Lo anterior se refleja en la implementación del PVA, y de los Programas Específicos que lo componen tales como:<br>• Programa de Conservación de Suelo y Agua<br>• Programa de Rescate y Reubicación de Flora<br>• Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna<br>• Programa de Mantenimiento de Vehículos y Maquinaria<br>• Programa de Manejo de Residuos<br>• Programa de Compensación.<br><br>De acuerdo a lo anterior, aun cuando los lineamientos Eol no son completamente aplicables al proyecto, los aspectos de los mismos que resultan compatibles con la tecnología que se implantará, serán cumplidos, vigilados, registrados y reportados, a través de los distintos programas que para ello se integran a la presente MIA-R. |
| Eol04, | *La velocidad de arranque de los generadores deberá ser de 6m/s como mínimo con la finalidad de reducir la posibilidad de impactos con especies aéreas.* | |
| Eol05, | *En zonas de recarga de alto potencial la autorización para la instalación de sistemas de generación eléctrica mediante sistemas eólicos deberá demostrar a través de estudios cuantitativos de detalle, que la reducción de la infiltración en las áreas a ocupar no reduzca más del 15% el volumen de infiltración promedio anual.* | |
| Eol07, | *Los Proyectos de generación de energía a partir de fuentes eólicas, al final del periodo de explotación incluirán el desmantelamiento y/o eliminación de los componentes de infraestructura generados en la vida del Proyecto, buscando dejar las zonas afectadas lo más cercano a su estado original.* | |
| Eol08, | *Los aerogeneradores que a partir del monitoreo continuo de las especies aéreas se identifiquen como focos rojos de alto índice de colisiones, deberán suspender la generación de energía eléctrica hasta adoptar medidas de mitigación y prevención que reduzcan el índice de colisiones.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| **Parques solares** | | |
| Sol01, | *En zonas de recarga de alto potencial la autorización para la instalación de sistemas de generación eléctrica mediante sistemas solares deberá demostrar a través de estudios cuantitativos detallados que la reducción de la infiltración en las áreas a ocupar no reduzca más del 15% el volumen de infiltración promedio anual.* | Los criterios Sol01–Sol04 aplican de forma directa al Proyecto, al tratarse de un sistema de generación fotovoltaico.<br>En relación con la infiltración en zonas de recarga (Sol01), el diseño del Proyecto contempla que no se generarán superficies impermeables extensas, ya que la infraestructura se instalará sobre pilotes y estructuras elevadas, permitiendo el paso y la infiltración natural del agua. Además, se implementará el Programa de Conservación de Suelo y Agua, mediante el cual se permitirá el crecimiento controlado de vegetación herbácea bajo la infraestructura, favoreciendo la infiltración, reduciendo la erosión hídrica y eólica y manteniendo procesos hidrológicos locales. Con ello, se asegura que la instalación no reducirá significativamente la recarga natural de agua en el sitio. En el capítulo 4 del presente documento, se expone un análisis detallado de la capacidad de infiltración del área del proyecto, definiendo que, durante la etapa de preparación y construcción, dicha capacidad se verá reducida en un 6.08%. Sin embargo, posterior a la aplicación de las medidas de mitigación y durante la etapa de operación del proyecto, la capacidad de infiltración se recuperará hasta su estado original.<br>Respecto al manejo de paneles solares dañados (Sol02), en caso de que se generen residuos de módulos fotovoltaicos, éstos serán retirados de manera inmediata y manejados conforme a la normatividad vigente aplicable a residuos peligrosos o de manejo especial, contratando a empresas autorizadas por la Secretaría competente para su transporte y disposición final. Estas acciones forman parte del Programa de Manejo Integral de Residuos.<br>Finalmente, en concordancia con Sol04, al término de la vida útil del Proyecto se contempla el retiro y desmantelamiento de la infraestructura, con el fin de dejar las áreas intervenidas en condiciones lo más cercanas posible a su estado original, en cumplimiento con la legislación ambiental aplicable y las condicionantes que emita la autoridad en la autorización correspondiente. |
| Sol02, | *Los paneles solares dañados deberán retirarse inmediatamente de la zona de producción y deberán ser manejados de manera adecuada como residuos peligrosos* | |
| Sol04, | *Los Proyectos de generación de energía a partir de fuentes solares, al final del periodo de funcionamiento, incluirá el desmantelamiento o eliminación de los componentes de infraestructura generados en la vida del Proyecto dejando las zonas afectadas lo más cercano a su estado original* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| **Minería no metálica de alta disponibilidad** | | |
| Mna01, | *Los predios sujetos a extracción deberán contar con un programa avalado por la autoridad competente de supervisión, vigilancia y seguimiento de las medidas de mitigación ambiental, compensación, restauración, así como de reducción del impacto paisajístico generado por la actividad extractiva definidas en el resolutivo de las manifestaciones de impacto ambiental.* | Los criterios Mna01–Mna08 están dirigidos a regular las actividades de minería no metálica de alta disponibilidad, particularmente la apertura, operación, ampliación y restauración de bancos de materiales pétreos.<br>El Proyecto no contempla la apertura ni explotación de bancos de materiales, ni actividades de extracción minera no metálica. Los materiales pétreos necesarios para las actividades de acondicionamiento y construcción se adquirirán de bancos autorizados por la autoridad competente, en cumplimiento con la normativa vigente, por lo que los criterios no aplican directamente a las acciones que se realizarán dentro del polígono del Proyecto.<br>No se desarrollarán actividades de extracción en sitio (Mna01, Mna02, Mna06, Mna08), ni se generarán áreas de almacenamiento de residuos propios de operaciones mineras (Mna03), por lo que no se requerirán programas de mitigación, regeneración ni restauración específicos para bancos de material (Mna04, Mna05).<br>Asimismo, el Proyecto no implica alteraciones en la red de drenaje ni intervenciones en zonas de conservación hidrológica que demanden estudios hidrogeológicos asociados a extracción (Mna07), dado que no se realizarán actividades mineras.<br>En consecuencia, todos los criterios del bloque de Minería no metálica de alta disponibilidad (Mna01–Mna08) no aplican directamente al Proyecto, sin perjuicio de que se cumplirá con la normatividad vigente en la adquisición y uso de materiales provenientes de bancos autorizados. |
| Mna02, | *No se permitirá la apertura de nuevos bancos de materiales pétreos de alta disponibilidad en la UGAT debiendo agotar las reservas de los bancos existentes acorde con lo establecido en la NTA-002-IEE-2007.Solo se permitirá la apertura de bancos de préstamo que sean utilizados para el propio Proyecto que se esté realizando y el sitio deberá ser regenerado en su totalidad si terminar la obra.* | |
| Mna03, | *En el área de explotación no se permitirá el almacenamiento permanente de chatarra o residuos originados por la maquinaria o la construcción de la infraestructura de la mina. En caso de que el titular pretenda darle un uso distinto al predio, deberá obtener previamente la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.* | |
| Mna04, | *Los bancos de material pétreos abandonados deberán realizar actividades de regeneración conforme a la NTA-IEE-002-2007, evitando dejar el suelo desnudo para minimizar la emisión de partículas PM 10.* | |
| Mna05, | *En actividades reguladas por la Federación, se respetará una franja de amortiguamiento de 20 metros como mínimo hacia el interior del predio en todo el perímetro. Esta franja deberá forestarse con especies nativas de la región. estableciendo un programa de trabajo a fin de garantizar la supervivencia de los individuos plantados y remplazando aquellos que perezcan. Sera competencia estatal observar la NTA-IEE-002-2007 de bancos de material.* | |

Consulta Pública

| UGAT 352 | | |
|---|---|---|
| **CLAVE** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Mna06, | *Para la ampliación de la superficie de extracción en un Proyecto activo se condicionará al cumplimiento anual de acciones de mitigación y restauración de por lo menos el 50% de la superficie autorizada.* | |
| Mna07, | *En las zonas de conservación hidrológica se deberá analizar la red de drenaje para establecer si los ríos y arroyos drenan sus aguas hacia zonas de recarga de potencial alto y medio, en caso positivo se deberá instrumentar legalmente que la empresa responsable de las actividades tenga puntos de monitoreo de calidad del agua en los sitios de contacto con las zonas de recarga de potencial alto y medio, así como realizar estudios hidrogeológicos de detalle que establezcan la capacidad de autodepuración del medio (que conforma a las zonas de recarga de potencial alto y medio) y de la cantidad y calidad del agua que llegará al acuífero en forma de recarga.* | |
| Mna08 | *En UGAT con políticas de restauración, conservación y protección, las operaciones de remoción de material estarán limitadas a las acciones estrictamente necesarias para la restauración del sitio bajo aprovechamiento de materiales pétreos de alta disponibilidad.* | |

Consulta Pública

## 3.4 Plan Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) de San Miguel de Allende 2019–2040 (Gobierno Municipal de San Miguel de Allende 2019)

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) de San Miguel de Allende 2019–2040 constituye el instrumento rector de planeación territorial a nivel municipal. Su objetivo es orientar el desarrollo urbano y ecológico de forma integrada, asegurando la protección de los recursos naturales, el equilibrio ecológico y el aprovechamiento ordenado del territorio. Este instrumento fue publicado por el Gobierno del Estado de Guanajuato en el año 2019 y forma parte del marco normativo vigente que regula el uso de suelo, las actividades productivas y la conservación ambiental en el municipio.

El PMDUOET establece Unidades de Gestión Ambiental y Territorial (UGAT), las cuales representan áreas geográficas delimitadas con base en sus características ecológicas, ambientales, productivas y sociales. Para cada UGAT se definen políticas ecológicas y territoriales, actividades compatibles, condicionadas e incompatibles, así como criterios y estrategias de manejo ambiental que orientan el aprovechamiento sustentable de los recursos y la gestión del territorio en el corto, mediano y largo plazo.

La vinculación del Proyecto con el PMDUOET permite evaluar su congruencia territorial y ambiental con las políticas municipales de ordenamiento, asegurando que las acciones de preparación, construcción, operación y abandono se desarrollen en armonía con los objetivos de conservación, restauración y desarrollo sustentable del municipio.

En este sentido, el Proyecto se localiza dentro de la UGAT 352-1, correspondiente a zonas con vocación agrícola y agropecuaria, donde predominan políticas de aprovechamiento sustentable y lineamientos orientados a la consolidación y mejoramiento territorial.

A lo largo de este documento se desarrolla la vinculación detallada con:

- Las actividades compatibles, condicionadas e incompatibles establecidas para la UGAT.
- Los criterios ambientales, productivos, de infraestructura y conservación aplicables a las unidades territoriales.
- Las estrategias municipales y estatales incluidas en el PMDUOET que resultan relevantes para el desarrollo del Proyecto.

Este análisis integral asegura que el Proyecto se enmarque dentro de las disposiciones del instrumento de planeación municipal, contribuyendo a una adecuada gestión del territorio, la protección de los recursos naturales y el cumplimiento de la normatividad vigente.

### 3.4.1 Ubicación en UGAT y Políticas Ecológicas/Territoriales

El Proyecto se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental y Territorial (UGAT) 352-1 del Plan Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de San Miguel de Allende 2019–2040, instrumento que establece los lineamientos y políticas que orientan el uso sustentable del territorio municipal.

Consulta Pública

La UGAT 352-1, abarca áreas agrícolas de temporal, pastizales y asentamientos dispersos, con aptitud agropecuaria, vulnerabilidad geológica alta y vulnerabilidad hidrometeorológica media (87%) y baja (13%), sin prioridad ambiental específica. Su política ecológica corresponde al aprovechamiento sustentable (agropecuario) y su política territorial está dirigida al mejoramiento.

Estas políticas reflejan la vocación productiva de los terrenos donde se desarrollará el Proyecto, los cuales han sido históricamente destinados a actividades agrícolas y ganaderas. Actualmente, parte de estos terrenos se encuentra en condición de abandono, presentando vegetación secundaria en ciertas zonas, lo que ha motivado su selección para la instalación del Proyecto al no tratarse de ecosistemas primarios ni de zonas con prioridad ambiental estricta.

En las áreas donde exista vegetación secundaria sujeta a cambio de uso de suelo, posteriormente se tramitará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) conforme a la legislación forestal aplicable. En dicho estudio se definirán las medidas de restauración y compensación correspondientes, incluyendo la colecta de germoplasma, semillas y material vegetativo nativo, que será utilizado en la implementación del Programa de Restauración.

La ubicación del Proyecto en esta UGAT, resulta compatible con la vocación del territorio, ya que se alinea con las políticas de aprovechamiento sustentable agrícola y agropecuario, sin requerir la apertura de nuevas áreas urbanas, industriales o de infraestructura de gran escala que pudieran contravenir los lineamientos establecidos por el PMDUOET.

Consulta Pública

***Mapa 3 UGAT Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico de San Miguel de Allende***

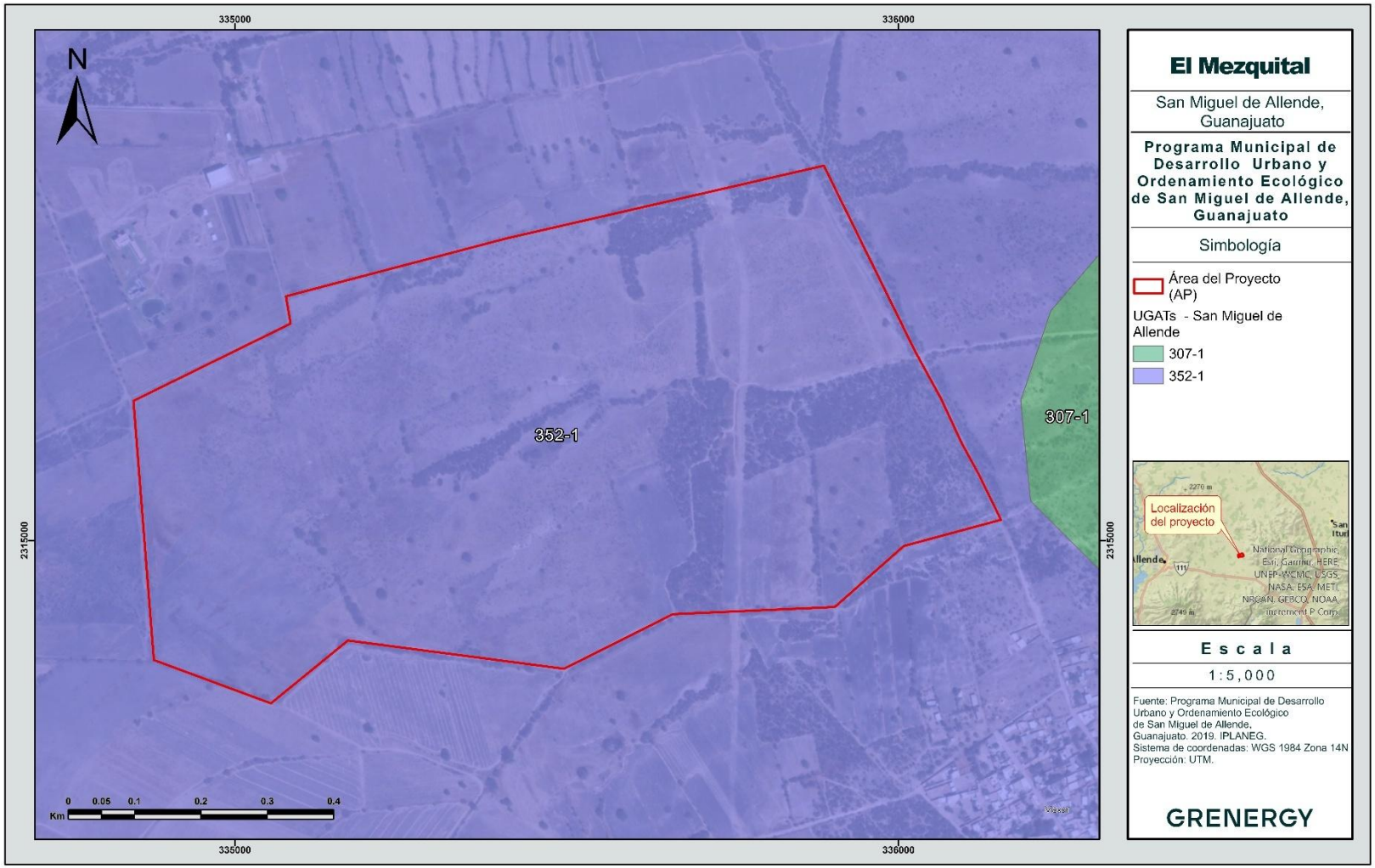
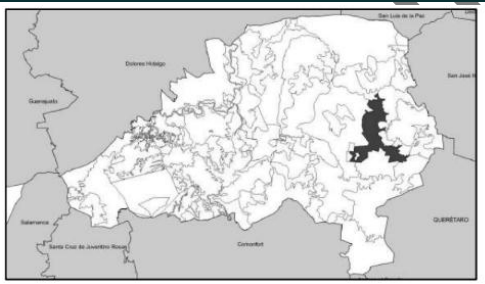
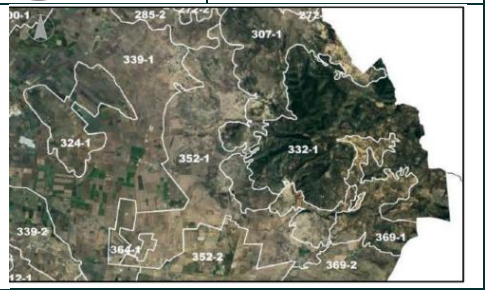


*Tabla 5 Fichas técnicas de las UGAT en las que recae el Proyecto*

<table>
<tr><th colspan="5">UGAT 352-1</th></tr>
<tr><th>Uso del suelo</th><th>Aptitud</th><th>Vulnerabilidad geológica</th><th>Vulnerabilidad hidrometeorológica</th><th>Relevancia ambiental</th></tr>
<tr><td>Áreas agrícolas de temporal, pastizales y asentamientos dispersos</td><td>Agropecuario</td><td>Alta</td><td>87% Media 13% Baja</td><td>Sin prioridad</td></tr>
<tr><td>Política ecológica</td><td>Aprovechamiento sustentable (agropecuario)</td><td colspan="3" rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>Política territorial</td><td>Mejoramiento</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><th colspan="5">Lineamiento</th></tr>
<tr><td colspan="5">Mejorar el aprovechamiento sustentable de las áreas tradicionales de agricultura de temporal y ganadería extensiva, impulsando económicamente la productividad y reduciendo la pérdida de predios de vocación agropecuaria. Implementar prácticas de manejo de agricultura de conservación y sistemas agrosilvopastoriles. Conservar 3031.37 de áreas agrícolas y 301.82 ha de pastizales. Promover el mantenimiento y restauración de 70.21 ha de vegetación. Regular el crecimiento urbano en la UGAT que actualmente ocupa 203.36 ha. Vigilar y valorar la operatividad de los 2.73 ha del banco de material y su cumplimiento con la Norma Técnica Ambiental NTA-IEE-002/2007. Acciones de compensación ambiental.</td></tr>
<tr><th>Actividades compatibles</th><th>Actividades condicionadas</th><th colspan="3">Actividades incompatibles</th></tr>
<tr><td>Acuacultura, Agricultura de temporal, Agricultura de humedad, Agricultura de riego, Agroindustria, Ganadería extensiva, Forestal maderable, Turismo alternativo, Asentamientos humanos rurales, Infraestructura puntual, Infraestructura lineal, Infraestructura de área, Proyectos de energía eólica y de energía solar, Conservación, Patrimonio histórico.</td><td>Ganadería intensiva, Minería no metálica - explotación de bancos de material únicamente bajo el cumplimiento de las Normas técnicas ambientales.</td><td colspan="3">Forestal no maderable, Turismo convencional, Asentamientos humanos urbanos, Industria ligera, Industria mediana, Industria pesada, Minería metálica, Sitio de disposición final.</td></tr>
</table>

Consulta

| | | |
|---|---|---|
| **Criterios** | Acu01, Acu02, Acu04, Acu05, Acu06, Acu07, Acu08, Acu09, Acu10, Acu11, Acu12, Acu13, Ag01, Ag02, Ag03, Ag04, Ag05, Ag06, Ag07, Ag08, Ag09, Ag10, Ag11, Ag12, Ag13, Ag14, Ag15, Ag16, Ag17, Ag18, Ag19, Ag20, Ag22, Ag23, Ag24, Agt01, Agt02, Agr02, Agr03, Agh01, Agi01, Agi02, Agi03, Agi04, Agi05, Agi06, Agi07, Agi08, Agi09, Agi10, Gan01, Gan02, Gan03, Gan04, Gan05, Gext01, Gext02, Gext03, Gext04, Gext05, Gext06, Gext07, Gext08, Gext09, Gext10, Gin01, Gin02, Gin03, Gin04, Gin05, Gin06, Gin07, Gin08, Gin09, Fom11, Fom12, Fom13, Fom14, Fnm10, Tu01, Tu02, Tu03, Tu04, Tu05, Tu06, Tu07, Tal01, Tal02, Tal03, Tal04, Tal05, Tal06, Tal07, Tal08, Tal09, Tal10, Tal11, Tal12, Tal13, Tal14, Tcn01, Tcn02, Tcn05, Tcn06, Tcn09, Tcn10, Ahr01, Ahr02, Ahr03, Ahr04, Ahr05, Ahr06, Ahr07, Ahr08, Ahr09, Ahr10, Ahr11, Ahr12, Ahr13, Ahr15, Ahu34, Ahu38, Ifp01, Ifp02, Ifp03, Ifp04, Ifl01, Ifl02, Ifl03, Ifl04, Ifl05, Ifl06, Ifl07, Ifl09, Ifl10, Ifl11, Ifl12, Ifl13, Ifl14, Ifl15, Ifl16, Ifl17, Ifl18, Ifl19, Ifl20, Ifl21, Ifl22, Ifl23, Ifl24, Ifl25, Ifl26, Ifl28, Ifl29, Ifa01, Ifa02, Ere01, Ere02, Ere03, Eol01, Eol02, Eol03, Eol04, Eol06, Eol07, Eol08, Sol01, Sol02, Sol03, Sol04, In21, Inl03, Min01, Min02, Min03, Min04, Min05, Min06, Min07, Min08, Min09, Min10, Min13, Min14, Min15, Co03, Co04, Co05, Co06, Co07, Co08, Co09, Co13, Co15, Co16, Co18, Phc01 | |
| **Estrategias** | MUNICIPALES: | EA1, EA2, EA3, EA4, EA5, EA6, EA7, EA8, EA9, EH1, EE1, EE2, EE6, EU1, EU3, EU4, EU5 |
| | ESTATALES: | EAm04, EAm05, EAm09, EAm10, EAm12, EAm13, EAm15, EAm19, EAm20, ESo03, ESo05, EEc01, EEc07, EEc08, EEc09, EEc10, EEc11, EEc13 |

### 3.4.2 Vinculación con estrategias municipales y estatales

Las estrategias establecidas en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de San Miguel de Allende 2019–2040 representan los ejes de política general para orientar el desarrollo sustentable del territorio. En la UGAT 352-1 se aplican estrategias ambientales, sociales, económicas y urbano-territoriales que, en conjunto, buscan fortalecer la productividad agropecuaria, conservar los recursos naturales y asegurar un ordenamiento territorial equilibrado.

Consulta Pública

*Tabla 6. Estrategias UGAT 352-1*

| Estrategias de las UGAT 352-1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Clave** | **Estrategia** | **Objetivo** | **Vinculación** |
| **Ambiental** | | | |
| EA1, | Mitigar los impactos del cambio climático e impulsar medidas de adaptación a sus efectos | Fomentar en el municipio el desarrollo y actualización de atlas de riesgo y dirigir el reordenamiento poblacional hacia zonas de menor vulnerabilidad. Aplicar la normativa existente para controlar emisiones contaminantes en diferentes sectores | El Proyecto no genera emisiones significativas ni modifica patrones territoriales vulnerables. Además, al generar energía a partir de fuentes renovables, contribuye indirectamente a la mitigación de gases de efecto invernadero. |
| EA2, | Garantizar la gestión integral de la biodiversidad | Contar con instrumentos de planeación sobre la preservación del medio ambiente continuamente actualizados. Implementar un sistema de monitoreo, seguimiento, evaluación y sanción en materia de procuración ambiental, acordado y coordinado por todos los actores vinculados a las unidades de gestión ambiental y territorial | El Proyecto se apegará en todo momento a la Legislación Ambiental aplicable, reportando las actividades, indicadores y resultados de la aplicación de las medidas de mitigación a través de los informes del PVA. |
| EA3, | Asegurar la restauración de los ecosistemas | Generar estudios para priorizar áreas de intervención para la restauración de ecosistemas de acuerdo a su relevancia funcional y a su estado de degradación. Implementar políticas para que los procesos de cambio de uso del suelo integren medidas de restauración y conservación del medio ambiente. | El Proyecto tramitará el ETJ en las áreas con vegetación secundaria para justificar el cambio de uso de suelo forestal conforme a la normatividad vigente. En este instrumento se establecerán las medidas de restauración y compensación correspondientes, contribuyendo al objetivo de priorizar áreas de intervención para la recuperación ecológica. De igual manera, la presente MIA-R aporta la información relevante sobre las condiciones actuales del sitio, además de proponer las medidas adecuadas para, no loso conservarlo, si no, para mejorar las condiciones ambientales del mismo. |
| EA4, | Conservación de suelos | Difundir y capacitar para el manejo integral y sustentable de los suelos principalmente en áreas productivas. Promover la reconversión productiva en áreas de aptitud forestal. | Si bien, la naturaleza del proyecto no implica difusión y/o capacitación sobre el manejo sustentable de los suelos, se aplicarán en todo momento con las medidas y acciones establecidas en el PVA y en el Programa Específico de Conservación de Suelo y Agua, que contempla el mantenimiento controlado de vegetación bajo la infraestructura, reduciendo procesos erosivos y |

Consulta Pública

| Estrategias de las UGAT 352-1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Clave** | **Estrategia** | **Objetivo** | **Vinculación** |
| | | | favoreciendo la infiltración pluvial, en congruencia con esta estrategia. |
| EA5, | Conservación de ecosistemas | Crear Áreas naturales protegidas, y actualizar de forma continua sus programas de manejo | El Proyecto se ubica en terrenos previamente utilizados para actividades agrícolas y ganaderas, evitando intervenir ecosistemas primarios o zonas con prioridad ecológica estricta. Además, promoverá el aprovechamiento responsable del suelo mediante prácticas de mantenimiento vegetal y no mediante urbanización o industrialización. |
| EA6, | Promover prácticas productivas sustentables que aseguren el mantenimiento de la biodiversidad | Incentivar la producción agroalimentaria orgánica y tradicional, con la implementación de prácticas ecológicas para el manejo de suelos, labranza de conservación y manejo de agostaderos. Fortalecer las políticas para minimizar el uso de agroquímicos. | |
| EA7, | Reconversión productiva | Promover la reconversión de tierras agropecuarias degradadas y con bajo potencial productivo y siniestralidad recurrente a sistemas sustentables | La instalación de infraestructura de generación renovable en terrenos de baja productividad agrícola contribuye a la reconversión de predios agropecuarios degradados, alineándose a esta estrategia. |
| EA8, | Gestión y manejo integral de residuos | Contar con un sitio para la disposición final de residuos con infraestructura adecuada y cumplimiento de la normatividad correspondiente. Establecer un centro de acopio de materiales reciclables. Mejorar el sistema de recolección, transporte, disposición y separación de residuos. | Se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, que incluye la contratación de una empresa autorizada por la autoridad competente para garantizar la correcta recolección, transporte y disposición final de todos los residuos, incluidas las aguas residuales. De igual manera y en alineación con este criterio, dentro del área del proyecto se instalará un almacén de residuos mismo que estará en apego con la normatividad aplicable. |
| EA9, | Gestión integral y sustentable del agua | Garantizar la cobertura y calidad de servicios de agua potable y saneamiento, promoviendo la cultura del agua para su ahorro y uso racional en diferentes sectores. Recuperar el equilibrio de las cuencas y acuíferos | El Proyecto no requiere el uso de agua para procesos de generación, por lo que no ejercerá presión sobre los recursos hídricos. Además, el mantenimiento de vegetación bajo la infraestructura favorecerá la infiltración y recarga local. |
| **Social y humano** | | | |

Consulta Pública

| Estrategias de las UGAT 352-1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Clave** | **Estrategia** | **Objetivo** | **Vinculación** |
| EH1, | Fortalecimiento de las Familias | Fortalecer a las familias en el cumplimiento de sus principales funciones | El Proyecto no interfiere con las dinámicas sociales existentes; su desarrollo se realiza en predios rurales dispersos sin reubicaciones de población. |
| **Económico** | | | |
| EE1, | Mejora en la infraestructura y logística | Incrementar y mejorar la infraestructura municipal en sector turismo, vialidades, espacios públicos e industria. | No se requiere la construcción de nueva infraestructura urbana de gran escala, y se aprovecharán los accesos existentes, evitando presión adicional sobre los servicios municipales. |
| EE2, | Cobertura de servicios | Incrementar la cobertura de servicios básicos y la mejora de los existentes, buscando mayor equidad en el municipio | |
| EE6, | Incrementar el desarrollo y consolidación del campo sanmiguelense | Impulsar y fortalecer la producción agropecuaria, a través de la articulación de cadenas productivas, de la creación de redes de comercialización para posicionar los productos del municipio, la implementación de prácticas sustentables y agrotecnologías, y el fomento de la organización, capacitación y asistencia técnica a productores | La ubicación del Proyecto en terrenos de vocación agropecuaria en desuso evita desplazar actividades activas y es compatible con las políticas de consolidación y mejoramiento de las UGAT. |
| **Urbano-Territorial** | | | |
| EU1, | Consolidación de asentamientos humanos y preservación de su patrimonio | Restringir el crecimiento urbano en zonas no aptas. Aprovechar la capacidad de infraestructura instalada y promover la saturación de baldíos urbanos definiendo usos y densidades adecuados a la demanda poblacional y a la normatividad de uso del suelo. Diseñar estrategias para normar las características de construcción para impulsar el desarrollo urbano integral sustentable en armonía con las características históricas de San Miguel de Allende. | El Proyecto no promueve expansión urbana ni cambios en la estructura de asentamientos; su localización en áreas agrícolas consolidadas contribuye a evitar el crecimiento disperso y es congruente con las estrategias de consolidación de asentamientos existentes. |

Consulta Pública

| Estrategias de las UGAT 352-1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Clave** | **Estrategia** | **Objetivo** | **Vinculación** |
| EU3, | Mejora de la conectividad | Garantizar la conectividad de las zonas habitacionales con centros de trabajo, equipamiento y servicios que aseguren la vida comunitaria y la convivencia en espacios comunitarios | |
| EU4, | Mejora de infraestructura y equipamiento | Garantizar el acceso de todos los habitantes a servicios públicos y garantizar la reposición, ampliación y modernización de infraestructura urbana y productiva. | |
| EU5 | Promover la vivienda sustentable | Fortalecer la calidad urbanística basada en criterios bioclimáticos, uso de energías renovables y diseños arquitectónicos que promuevan el uso de materiales y ecotecnologías para la vivienda sustentable. | |
| **Ambiental** | | | |
| EAm04, | Mantenimiento de los bienes y servicios ambientales | El Proyecto se vincula con estas estrategias al promover la conservación de suelos, el mantenimiento de bienes y servicios ambientales, y la protección de recursos hídricos superficiales y subterráneos.<br>Aunque el Proyecto no contempla actividades de aprovechamiento forestal, respetará la normatividad en materia de cambio de uso de suelo forestal (EAm09 y EAm10), tramitando el Estudio Técnico Justificativo en las áreas con vegetación secundaria, donde se establecerán medidas de restauración y compensación ambiental conforme a la legislación aplicable.<br>Además, se reconoce la importancia de la educación e investigación ecológica (EAm12) como herramientas para fortalecer la gestión ambiental; en este sentido, se dará cumplimiento a las medidas que determine la autoridad en materia de monitoreo, restauración y conservación, de acuerdo con las mejores prácticas disponibles. | |
| EAm05, | Conservación y restauración de suelos | | |
| EAm09, | Aprovechamiento forestal sustentable | | |
| EAm10, | Impulso al desarrollo de plantaciones comerciales forestales | | |
| EAm12, | Investigación ecológica y educación ambiental | | |
| EAm13, | Conservación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos | | |
| EAm15, | Gestión Integral del agua | | |

Consulta Pública

| Estrategias de las UGAT 352-1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Clave** | **Estrategia** | **Objetivo** | **Vinculación** |
| EAm19, | Mitigación y adaptación al cambio climático | Al tratarse de un proyecto de generación renovable, contribuye a la mitigación del cambio climático y no se localiza en zonas de alta peligrosidad natural. | |
| EAm20, | Gestión integral de riesgos naturales | | |
| **Medio físico transformado** | | | |
| EFt12, | Consolidación de la infraestructura de los corredores económicos | La infraestructura puntual asociada no implica la apertura de corredores económicos ni modifica estructuras territoriales existentes. | |
| **Social** | | | |
| ESo03, | Desarrollo de centros de población marginados | El Proyecto no altera las dinámicas sociales ni implica desplazamientos, por lo que no entra en conflicto con el desarrollo de comunidades rurales e indígenas. | |
| ESo05, | Desarrollo sustentable de los pueblos y comunidades indígenas | | |
| **Económico** | | | |
| EEc01, | Desarrollo rural | Se promueve un uso sustentable de predios rurales subutilizados, compatible con las políticas de desarrollo rural estatal. | |
| EEc07, | Desarrollo sustentable de la ganadería extensiva | Aunque el Proyecto no es pecuario, su localización evita conflictos con estas actividades y permite su coexistencia. | |
| EEc08, | Desarrollo sustentable de la ganadería intensiva | | |
| EEc09, | Sistemas agroforestales y silvopastoriles | | |
| EEc10, | Fomento de la acuacultura | No aplica directamente, ya que, por la naturaleza del Proyecto no considera la realización de actividades acuícolas. | |
| EEc11, | Fomento del turismo alternativo | La generación de energía renovable es compatible con un esquema de desarrollo territorial diversificado, sin afectar vocaciones turísticas locales. | |
| EEc13 | Vinculación de la red turística estatal | | |

Consulta Pública

A continuación, se presenta la vinculación de los criterios aplicables para la UGAT

***Tabla 7 Criterios UGAT 352-1***

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Acuacultura | | |
| Acu01, | Las actividades de acuacultura que se realicen dentro o en las riberas de ecosistemas acuáticos se efectuarán con especies nativas y sin afectar negativamente estos ecosistemas. | La naturaleza del Proyecto corresponde a la generación de energía eléctrica mediante tecnología fotovoltaica por lo que no contempla unidades de producción acuícola, obras en riberas ni intervención en cuerpos de agua o cauces. Asimismo, no requiere agua para sus procesos de generación, por lo que no se proyectan descargas ni se producirán aguas residuales asociadas a actividades acuícolas. En consecuencia, los criterios Acu01, Acu02, Acu04–Acu06, Acu07–Acu08, Acu09–Acu13 no aplican al polígono del Proyecto, ya que regulan el uso de especies acuáticas, tratamiento/descarga de efluentes acuícolas, manejo de genética/exóticas, modificación de cauces, planes de manejo acuícola y títulos de concesión de agua para acuacultura. |
| Acu02, | Se garantizará que no exista invasión de especies exóticas hacia los ecosistemas acuáticos. No se permitirá su producción en cuerpos de agua naturales y se dará preferencia a las variedades estériles y/o aquellas que no tengan capacidad para trasladarse vía terrestre de un cuerpo de agua a otro. | |
| Acu04, | Se promoverá y fomentará el desarrollo integral del sector acuícola y pesquero a través del aprovechamiento racional y sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas de los cuerpos de agua a través de la actualización de un programa pesquero bajo los lineamientos estipulados por los organismos oficiales. | |
| Acu05, | Se dará seguimiento a las poblaciones de peces en los cuerpos de agua del municipio para determinar su potencial pesquero y, en su caso, establecer capacidades de carga para su posible explotación. | |
| Acu06, | Se prohíbe la contaminación genética de poblaciones locales de fauna y flora derivada de la introducción de individuos con genes que no han sido seleccionados naturalmente. | |
| Acu07, | Las unidades de producción acuícola deberán contar con un sistema de tratamiento primario de las aguas residuales. | |
| Acu08, | Se prohíbe la descarga directa de aguas residuales derivadas de las unidades de producción acuícola en cuerpos de agua, a fin de evitar la contaminación y eutrofización. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Acu09, | En la acuacultura con fines de producción alimenticia se prohíbe el uso de especies transgénicas | |
| Acu10, | No se permite el desvío y/o modificación de cauces de ríos para actividades acuícolas | |
| Acu11, | Se elaborará plan de manejo que cuente con la autorización de la dirección de Ecología Municipal, sobre la protección de las especies de peces y fauna acuícola nativas de la región, en donde se incluyan medidas de control sobre el cultivo de especies exóticas. | |
| Acu12, | En el proceso de abandono de cualquier proyecto acuícola, se deberá efectuar una restauración del sitio consistente en el retiro de la infraestructura, el restablecimiento de los flujos de agua originales y una reforestación con especies nativas, si aplica. | |
| Acu13, | El desarrollo de actividades de acuacultura estará condicionado a que se cuenten con los títulos de concesión correspondientes en materia de agua. | |
| **Agricultura** | | |
| Ag01, | Las actividades agrícolas podrán realizarse siempre y cuando no se generen modificaciones a los ecosistemas y se encuentren sujetas a estrictas medidas de control. | Los criterios relacionados con las actividades agrícolas no son aplicables de manera directa al Proyecto, ya que no contempla el desarrollo de actividades agropecuarias activas, tales como la preparación de suelos, barbecho, siembra, aplicación de agroquímicos, irrigación, uso de semillas transgénicas o introducción de especies agrícolas. Por lo tanto, no se generarán impactos ambientales asociados a la expansión de superficies agrícolas, contaminación de cuerpos de agua por escorrentía, uso intensivo de agroquímicos o modificaciones a la estructura y dinámica natural de los ecosistemas, como los que regulan los criterios Ag01 a Ag22.<br>Sin embargo, es importante precisar la condición actual de los terrenos. De acuerdo con la Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación (INEGI, 2018), las superficies donde se desarrollará el Proyecto se |
| Ag02, | Las actividades agrícolas deberán desarrollarse sin afectar las zonas sujetas a restauración ecológica. | |
| Ag03, | No se permitirá la expansión de la superficie agrícola a costa del aprovechamiento forestal, el desmonte de la vegetación, el cinchamiento o muerte de la vegetación forestal por cualquier vía o procedimiento, la afectación a la vegetación natural, así como la afectación al paisaje, la quema, remoción y barbecho de los ecosistemas naturales. | |
| Ag04, | En las áreas de aprovechamiento agrícolas contiguas a ecosistemas naturales en UGAT de protección y conservación, se establecerá una franja de amortiguamiento de 50 metros. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ag05, | Se prohíbe la quema de esquilmos y de perímetros de predios agrícolas post cosecha, se deberá priorizar su incorporación al suelo y su empacado para reutilización. | encuentran clasificadas como áreas agrícolas de temporal, que actualmente están en estado de abandono, con presencia de vegetación secundaria. En este sentido, la ejecución del Proyecto implica un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, que será tramitado posteriormente mediante la elaboración y presentación del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) ante la autoridad competente, conforme a lo dispuesto por el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. |
| Ag06, | En pendientes suaves (menores al 10%) se recomienda la utilización de canales de desvío y surcados en contorno para reducir la escorrentía superficial, y evitar la erosión del suelo a mediano plazo. | |
| Ag07, | En pendientes moderadas (10-30%) se recomienda introducir cultivos perennes o sistemas agroforestales. | |
| Ag08, | En las áreas de vocación forestal que presenten pendientes mayores al 30% sujetas a aprovechamiento agropecuario, se fomentará el restablecimiento de la cobertura vegetal natural con especies nativas. | |
| Ag09, | El uso de plaguicidas, nutrientes vegetales y todos los aspectos fitosanitarios deberán estar regulados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICLIPLAFEST) | |
| Ag10, | Se deberá fomentar la capacitación de los productores agrícolas en el uso apropiado y seguro de agroquímicos. | |
| Ag11, | Se favorecerán los subsidios agropecuarios oficiales a aquellos productores que eviten o minimicen el uso de agroquímicos, así como aquellos ligados a sistemas productivos tradicionales y de consumo en la economía local del Municipio. | |
| Ag12, | Se deberá evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas derivadas del uso inadecuado de agroquímicos o mala disposición final de envases o residuos de los mismos, evitando la escorrentía de plaguicidas y fertilizantes hacia las aguas superficiales; en el caso de las aguas subterráneas se deberá evitar procesos de acumulación de partículas como el nitrógeno, fósforo y nitratos utilizadas en las prácticas agrícolas. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ag13, | Los establecimientos de venta de plaguicidas son responsables del reciclamiento de los envases de los agroquímicos que venden de acuerdo a lo estipulado por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento y la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Para ello, deberán tomar las previsiones, a través de un Plan de Manejo, para la recolección de los envases vendidos y su disposición final. | |
| Ag14, | Los envases vacíos de insumos agroquímicos deberán ser dispuestos en el Centro de Acopio Temporal (SAGARPA) bajo el tratamiento correspondiente. | |
| Ag15, | Todos los residuos plásticos generados derivados de la actividad agrícola, tales como cintillas, cañerías, cubiertas de invernadero, semilleros entre otros, deberán ser recolectados y manejados de acuerdo a las etapas de manejo integral de residuos de manejo especial, priorizando su valorización sobre la disposición final. | |
| Ag16, | Cuando se incorporen desechos biológicos al terreno de cultivo, se les aplicarán tratamientos fitosanitarios para que estos no representen riesgos de contaminación al producto. Estos tratamientos podrán ser químicos o naturales (solarización o desinfección por vapor de agua) | |
| Ag17, | Se fomentará la técnica agrícola denominada labranza de conservación, como medida para controlar la erosión de suelos y la quema de esquilmos. Se trata de un sistema de laboreo que realiza la siembra sobre una superficie de suelo cubierta con residuos de cultivo anterior, con lo cual se conserva la humedad y se reduce la pérdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ag18, | Las prácticas de barbecho, surcado y terraceo deberán realizarse en sentido perpendicular a la pendiente. La incorporación de materia orgánica y el mantenimiento de la cobertura del suelo reducen los costos de producción y evitan la degradación del sustrato. | |
| Ag19, | Se evitará la impermeabilización de los suelos en zonas agrícolas. | |
| Ag20, | No se deberá permitir el almacenamiento, uso alimentario y siembra de semillas y material vegetal transgénico para fines agrícolas, hortícolas y pecuarios. | |
| Ag22, | La asignación de parcelas ejidales dentro de la UGAT deberá ceñirse al Art. 59 de la Ley Agraria. | |
| Ag23, | El cambio de uso del suelo forestal a agrícola estará condicionado a la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental federal, estatal o municipal y a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo Federal para cambio de uso del suelo. En todo caso el diseño del proyecto en cuestión deberá garantizar la continuidad de los procesos físicos y biológicos de la UGAT y presentar las garantías que establecen las legislaciones ambientales de los tres órdenes de gobierno al respecto. | Particularmente, el criterio Ag23 establece que el cambio de uso del suelo forestal a agrícola está condicionado a la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental y del ETJ, garantizando la continuidad de los procesos físicos y biológicos, mientras que Ag24 desalienta la apertura de nuevas áreas agrícolas dentro de la UGAT. Ambos criterios son plenamente atendidos por el Proyecto, al ubicarse sobre superficies previamente transformadas y no promover la apertura de nuevas áreas de cultivo.<br>Finalmente, debido a que el Proyecto no implica la ejecución de actividades agrícolas, no se requerirán títulos de concesión de agua para riego, ni se utilizarán agroquímicos o fertilizantes, ni se generarán residuos o descargas derivados de este tipo de prácticas. Por ello, la mayoría de los criterios agrícolas no resultan aplicables en términos operativos, limitándose la vinculación a la condición actual del terreno y al cumplimiento legal del cambio de uso de suelo correspondiente. |
| Ag24, | Se deberá desalentar la apertura de nuevas áreas agrícolas en la UGAT o el aprovechamiento agropecuario dentro de la UGAT. | |
| **Agricultura de temporal** | | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Agt01, | En las unidades de producción donde se cultiven especies anuales, se establecerá un cultivo de cobertura al final de cada ciclo de cultivo, que será incorporado como abono verde o bien utilizado como forraje para el ciclo siguiente; preferentemente empleando para tal cometido cultivos enriquecedores del suelo (tales como leguminosas o algunos cereales). | Los criterios relacionados con Agricultura de Temporal no aplican directamente al Proyecto, dado que no se contempla el desarrollo de actividades agrícolas como la siembra, el manejo de cultivos, el establecimiento de cultivos de cobertura al final de los ciclos productivos ni la salvaguarda de material genético de variedades tradicionales, como lo establecen los criterios Agt01 y Agt02.<br>No obstante, es relevante señalar que los terrenos donde se desarrollará el Proyecto están clasificados como agricultura de temporal (Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación INEGI, 2018), y actualmente se encuentran en estado de abandono, presentando vegetación secundaria. Por lo tanto, no se afectarán áreas en producción activa ni se desplazarán actividades agrícolas vigentes, evitando impactos como la erosión del suelo por prácticas inadecuadas, el deterioro de la fertilidad edáfica o la pérdida de biodiversidad agrícola local.<br>Asimismo, en concordancia con lo señalado en Ag23, el cambio de uso de suelo forestal derivado de estas superficies será debidamente tramitado mediante un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) conforme a la legislación forestal aplicable, garantizando que la conversión de uso no comprometa los procesos físicos y biológicos de la zona.<br>En este sentido, la vinculación con los criterios de agricultura de temporal se limita a la condición actual de uso del suelo y al cumplimiento normativo correspondiente al cambio de uso, sin que existan actividades agrícolas que deban ser reguladas por los criterios Agt01–Agt02. |
| Agt02, | Se promoverá la salvaguarda del material genético de los cultivos tradicionales locales y autóctonos de Mesoamérica y su frontera fisiográfica, en especial: maíz, frijol, calabaza, chiles y quelites, con prevalencia sobre los transgénicos. | |
| **Agricultura de riego** | | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Agr02, | Los cultivos contiguos a cuerpos de agua y cauces establecerán una zona de amortiguamiento de la menos 20m a partir de los límites de la zona federal del cauce o cuerpo. | Los criterios relacionados con Agricultura de Riego no aplican directamente al Proyecto, ya que no se contempla el desarrollo de actividades agrícolas con sistemas de riego ni el aprovechamiento de agua para fines productivos agrícolas, como lo establecen los criterios Agr02 y Agr03.<br>El Proyecto no requiere el uso de agua para procesos de generación, ni implica la sustitución de áreas agrícolas de alta productividad por infraestructura urbana o industrial, ni la instalación de nuevos distritos o sistemas de riego. Tampoco se realizarán cultivos contiguos a cuerpos de agua que requieran zonas de amortiguamiento de al menos 20 metros a partir de los límites de la zona federal del cauce o cuerpo (Agr02), por lo que este criterio no resulta aplicable.<br>Cabe destacar que los terrenos en los que se desarrollará el Proyecto presentan un uso previo de agricultura de temporal en abandono, sin infraestructura hidráulica asociada ni aprovechamientos agrícolas activos. En consecuencia, no se generan presiones adicionales sobre los recursos hídricos ni sobre zonas de recarga, y no se requiere la obtención de títulos de concesión en materia de agua para actividades agrícolas, en concordancia con lo dispuesto por el criterio Agr03. |
| Agr03, | El desarrollo de actividades de agricultura de riego estará condicionado a que se cuenten con títulos de concesión correspondientes en materia de agua. | |
| **Agricultura de humedad** | | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Agh01, | El impacto de las actividades de agricultura en zonas de humedales o sitios de inundación será evaluado a través de un estudio cada dos años. | Los criterios asociados a Agricultura de Humedad no aplican al Proyecto, ya que no se desarrollarán actividades agrícolas en zonas de humedales o sitios de inundación, ni se contempla el uso de estas áreas para fines productivos.<br>El Proyecto no implica el establecimiento de cultivos ni obras de aprovechamiento en cuerpos de agua, cauces o zonas con anegamientos temporales, por lo que no es necesario realizar evaluaciones periódicas de impacto sobre actividades agrícolas en humedales (Agh01).<br>Además, la ubicación del Proyecto no se encuentra en zonas clasificadas como humedales ni dentro de unidades de manejo ambiental que destinen áreas a agricultura de humedad. Por lo tanto, la ejecución del Proyecto no genera presiones sobre estos ecosistemas ni afecta su funcionalidad ecológica. |
| **Agroindustria** | | |
| Agi01, | La infraestructura requerida para el desarrollo de la actividad agroindustrial no deberá construirse en aquellas áreas que comprendan o se encuentren en la cercanía de ecosistemas frágiles o de relevancia ecológica | El Proyecto no contempla la instalación de infraestructura agroindustrial ni el desarrollo de actividades relacionadas con esta categoría, por lo que los criterios establecidos para la localización, operación y control de actividades agroindustriales (Agi01–Agi10) no aplican directamente.<br>No se instalarán agroindustrias en zonas de ecosistemas frágiles (Agi01), ni se promoverán proyectos agroindustriales en zonas de riesgo (Agi02). Tampoco se requerirá el cumplimiento de metas de generación de energía renovable para procesos industriales (Agi03), ni se generarán residuos propios de actividades agroindustriales que requieran planes específicos de valorización o reúso de aguas residuales (Agi04–Agi07). Asimismo, no se proyectan instalaciones vinculadas a cadenas agroalimentarias |
| Agi02, | Los proyectos agroindustriales que se promuevan en la UGAT deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como de riesgo. | |
| Agi03, | Los proyectos agroindustriales que se promuevan en la UGAT deberán de generar al menos el 25% de su energía mediante fuentes renovables. | |
| Agi04, | Las actividades agroindustriales deberán prevenir y reducir la generación de residuos, dando un manejo integral adecuado y privilegiando la valorización sobre su disposición final. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Agi05, | Las actividades agroindustriales deberán contar con un proyecto integral hídrico que contemple el reúso de al menos el 50% del agua, y el tratamiento del total de sus aguas residuales. | regionales (Agi08), ni se requerirá de títulos de concesión de agua para actividades industriales (Agi09–Agi10).<br>No obstante, durante la construcción y operación del Proyecto se aplicará el Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se garantizará la correcta separación, almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final de los residuos generados, incluyendo residuos peligrosos cuando aplique. Para ello, se contratarán empresas autorizadas por la Secretaría competente, asegurando el cumplimiento de la legislación ambiental vigente en la materia. |
| Agi06, | Se prohíbe el depósito de residuos sólidos, así como las descargas industriales sin tratamiento a cuerpos de agua y escurrimientos permanentes o temporales. | |
| Agi07, | Las actividades agroindustriales que requieran de un alto consumo de agua deberán contar con sistemas de captación de agua de lluvia, que subministren al menos el 15% del agua requerida. | |
| Agi08, | Se permitirá únicamente la instalación de agroindustrias que formen parte de la cadena productiva agroalimentaria regional. | |
| Agi09, | En las zonas de mediano y alto potencial de recarga de acuífero, las autorizaciones para la instalación de industrias agroalimentarias estarán sujetas a la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental, la presentación de programas de manejo de residuos sólidos y líquido actualizados con las acciones pertinentes para la prevención de la contaminación de los acuíferos y ríos, así como de un programa de manejo adecuado de sus materias primas como conservadores y embalajes que sean amigables con el medio ambiente. | |
| Agi10, | El desarrollo de proyectos agroindustriales estará condicionado a que se cuenten con los títulos de concesión correspondientes en materia de agua. | |
| **Ganadería** | | |
| Gan01, | Las actividades pecuarias se realizarán sin comprometer la regeneración natural de los ecosistemas o la restauración ecológica de ecosistemas degradados y terrenos preferentemente forestales. | El Proyecto no contempla el desarrollo de actividades ganaderas extensivas ni intensivas, ni el uso del predio para fines pecuarios, por lo que los criterios establecidos en materia de ganadería (Gan01–Gan05) no aplican directamente. |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Gan02, | Los programas oficiales de fomento pecuario, deberán tomar en consideración la pendiente del terreno | No se realizarán actividades que comprometan la regeneración natural de los ecosistemas ni procesos de restauración ecológica en terrenos preferentemente forestales asociados a la ganadería (Gan01). Asimismo, no se promoverán programas de fomento pecuario que dependan de la pendiente del terreno (Gan02) ni actividades orientadas a la apertura de nuevas áreas de pastoreo, mejora genética o diversificación ganadera (Gan03). Tampoco se llevarán a cabo actividades pecuarias en zonas ribereñas ni en franjas aledañas a cauces de agua (Gan04), ni campañas de regularización de registros pecuarios (Gan05).<br>Sin embargo, durante las etapas de construcción y operación del Proyecto se implementarán programas ambientales transversales que contribuyen al cumplimiento de los objetivos ambientales de estos criterios. En particular, se aplicará el Programa de Manejo Integral de Residuos, que garantizará el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos generados, contratando empresas autorizadas para su recolección y disposición final conforme a la normatividad aplicable. Asimismo, mediante el Programa de Conservación de Suelo y Agua se promoverán condiciones adecuadas del terreno que eviten procesos erosivos y mantengan su funcionalidad ambiental, reforzando la prevención de impactos similares a los que se busca regular en actividades pecuarias. |
| Gan03, | Los programas oficiales de fomento pecuario deberán desalentar la apertura de nuevas áreas para la instalación de pastizales. En su caso, se favorecerán propuestas que conlleven a la mejora de áreas con pastizales ya existentes, así como proyectos de mejora genética, diversificación y de manejo pecuario estabulado. | |
| Gan04, | Toda actividad pecuaria deberá realizarse fuera de una franja de 20m a partir de la zona forestal a ambos lados de cauces, ríos, arroyos y escorrentías, exceptuando la actividad apícola. | |
| Gan05, | Se deberá realizar una campaña permanente de regularización de registros pecuarios como instrumento normativo oficial para la vigilancia ambiental del sector dentro de la UGAT. | |
| **Ganadería extensiva** | | |
| Gext01, | El libre pastoreo deberá realizarse con control para reducir el impacto a las comunidades de vegetación de los ecosistemas de la UGAT, evitando la degradación de los suelos por pisoteo y minimizando los disturbios que afecten a la fauna. | El Proyecto no contempla el desarrollo de actividades pecuarias extensivas ni el uso de potreros o agostaderos, por lo que los criterios relacionados con ganadería extensiva (Gext01–Gext10) no aplican de manera directa. No se realizará libre pastoreo ni actividades que impliquen la degradación de comunidades vegetales o suelos por pisoteo (Gext01), ni se desarrollarán prácticas semi-intensivas de manejo pecuario en zonas con |
| Gext02, | Las actividades pecuarias deberán llevarse a cabo de forma semi-intensiva, evitando desarrollarse en zonas con cubierta forestal, favoreciendo aquellas que promuevan la recuperación de | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | agostaderos, que cuenten con plantas de la región, con una carga animal adecuada y con cercos que delimiten la estancia del ganado. | cubierta forestal (Gext02). Tampoco se implementarán rotaciones de potreros ni determinación de cargas animales (Gext03), ni se llevará a cabo la quema de vegetación para fomentar el crecimiento de renuevos (Gext04).<br>Asimismo, no se contempla el uso de áreas con pendientes para pastoreo (Gext05–Gext07), ni la creación de islas de vegetación en corrales o praderas (Gext08). Tampoco se aplicarán los lineamientos de la NOM-020-SEMARNAT-2001, dado que el Proyecto no involucra actividades de pastoreo en terrenos sujetos a restauración (Gext09), ni se hará uso pecuario en zonas de reserva o crecimiento urbano (Gext10).<br>No obstante, durante las fases de construcción y operación se aplicarán programas ambientales que contribuyen al cumplimiento de los objetivos ambientales de estos criterios. Particularmente, el Programa de Conservación de Suelo y Agua contempla el mantenimiento controlado de vegetación herbácea bajo la infraestructura, lo que permitirá reducir la erosión hídrica y eólica, favorecer la infiltración del agua y conservar procesos ecológicos locales. Además, el Programa de Manejo Integral de Residuos asegurará que todos los residuos generados se manejen de forma adecuada mediante empresas autorizadas, evitando impactos que pudieran asemejarse a los derivados de actividades pecuarias. |
| Gext03, | Se deberá llevar a cabo una rotación de potreros naturales por cada tipo de ecosistema o praderas establecidas, determinando la carga animal adecuada con base en la superficie del agostadero, sus recursos vegetales existentes, los cambios climatológicos y los hábitos de pastoreo de la raza o especie utilizada, mediante los métodos determinados por la Comisión Técnica para el Coeficiente de Agostadero (COTECOCA). | |
| Gext04, | No se permitirá la quema de vegetación para el fomento del crecimiento de renuevos para el consumo del ganado. | |
| Gext05, | Se permitirá la ganadería controlada en las zonas con pendientes entre 15 y 30%, la cual estará limitada a ganado ovino y caprino. | |
| Gext06, | No se permitirá el pastoreo del ganado en pendientes mayores a 30% | |
| Gext07, | Las áreas de vegetación arbustiva y pastizales con pendientes entre 20 y 30%, solo podrán utilizarse para el pastoreo en época de lluvias. | |
| Gext08, | Se promoverá la conservación o establecimiento de islas de vegetación natural en corrales de agostadero o praderas artificiales, que constituyan corredores biológicos para la fauna silvestre. | |
| Gext09, | En las zonas de uso pecuario, que formen o pasen a formar parte de zonas sujetas a restauración ecológica, se deberán seguir los lineamientos de la NOM-020-SEMARNAT-2001 que establece los procedimientos y lineamientos que se deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento o conservación de los terrenos forestales de pastoreo. | |
| Gext10, | Las áreas utilizadas para ganadería extensiva, localizadas en zonas de reserva o crecimiento urbano, deberán quedar sin uso pecuario | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | previo a la instalación de vivienda, equipamiento, industrias y servicios urbanos. | |
| **Ganadería intensiva** | | |
| Gin01, | Las actividades pecuarias que se desarrollen bajo métodos de producción intensiva y en confinamiento, deberán prever un sistema para el tratamiento, reutilización o disposición final de las aguas residuales, mismo que deberá ser aprobado por las autoridades competentes, así como la implementación de sistemas de recolección y transformación de desechos en abonos orgánicos para reintegrarlos a suelos donde han sido alterados los contenidos de materia orgánica. | El Proyecto no contempla el desarrollo de actividades pecuarias intensivas ni el establecimiento de unidades de producción en confinamiento, por lo que los criterios relativos a la ganadería intensiva (Gin01–Gin09) no aplican directamente. No se instalarán sistemas de tratamiento, reutilización o disposición de aguas residuales provenientes de procesos pecuarios, ni se implementarán sistemas de recolección y transformación de estiércol (Gin01–Gin02). Asimismo, no se desarrollarán actividades en predios con pendientes menores al 10 % para fines ganaderos (Gin03), ni se generarán residuos biológico-infecciosos relacionados con la matanza o procesamiento de productos pecuarios (Gin04).<br>De igual forma, no se instalarán baños garrapaticidas (Gin05), ni se utilizarán piensos mejorados para reducir emisiones de metano (Gin06), ni se aplicarán estrategias de manejo reproductivo o de selección genética propias de este tipo de producción (Gin08). Finalmente, el Proyecto no requiere concesiones de agua para actividades pecuarias intensivas (Gin09), dado que no se hará uso de agua para procesos productivos.<br>Sin embargo, se destaca que el Proyecto contempla la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se garantizará la correcta separación, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos generados durante la construcción y operación, a través de empresas autorizadas por la autoridad competente. Adicionalmente, el Programa de Conservación de Suelo y Agua |
| Gin02, | La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial, en el ámbito de sus competencias, realizarán auditoría o inspecciones mínimamente una vez al año a los productores pecuarios con ganado estabulado con referencia al manejo de sus residuos sólidos conforme a los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General Para la Generación Integral de Residuos del Estado y los Municipio de Guanajuato y sus reglamentos, así como con la Norma- Técnica Ambiental NTA-IEG003/2001, que establece los requisitos para el Manejo de Residuos Químicos No Peligrosos. Antes y después de época de lluvias. | |
| Gin03, | Sólo se autorizarán programas oficiales de fomento pecuario de ganadería intensiva a predios con pendientes menores al 10%. En caso que el terreno en cuestión sea mayor del 10%, la propuesta deberá ser sometida a un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental mismo que será sancionado y autorizado, en su caso, por la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Gin04, | Los residuos biológico- infecciosos resultado de la matanza y procesamiento de productos o subproductos del ganado, deberán ser sometidos a sistemas de tratamiento y depositados en sitios de disposición final adecuados. | contempla el mantenimiento controlado de vegetación bajo la infraestructura, lo cual contribuirá a la conservación de procesos ecológicos locales, reduciendo erosión y favoreciendo la infiltración, en concordancia con los objetivos ambientales que subyacen en varios de estos criterios. |
| Gin05, | Los baños garrapaticidas solamente podrán ser ubicados en zonas planas, sobre superficies impermeables y alejadas de corrientes superficiales al menos 1.5 km. | |
| Gin06, | Se deberán utilizar piensos y forrajes mejorados que reduzcan la producción de metano en los procesos de fermentación entérica del ganado, adicionados con nitratos, ionóforos y compuestos bioactivos de plantas. | |
| Gin07, | La ganadería intensiva se encontrará limitada a las unidades de producción existentes, las cuales deberán ser reubicadas de las zonas de reserva o crecimiento urbano, previo a la instalación de vivienda, equipamiento o servicios públicos. | |
| Gin08, | Se priorizará el manejo animal (selección genética, sanidad animal, mortalidad reducida y optimización de la edad de sacrificio) y el manejo reproductivo (estrategias de apareamiento, vida productiva mejorada, fecundidad aumentada, atención peripuerperal, reducción de estrés y tecnología reproductivas) para reducir la producción potencial de gases de efecto invernadero. | |
| Gin09, | El desarrollo de actividades pecuarias intensivas estará condicionado a que se cuenten con los títulos de concesión correspondientes en materia de agua. | |
| **Forestal maderable** | | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Fom11, | La actividad forestal se limitará a plantaciones forestales comerciales sin generar modificaciones a los ecosistemas, utilizando únicamente especies nativas y sujetándose a estrictas medidas de control determinadas por la instancia competente. | El Proyecto no contempla el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal maderable ni el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, por lo que los criterios Fom11, Fom12 y Fom27 no aplican directamente. No se realizarán plantaciones forestales ni aprovechamientos que impliquen modificaciones a ecosistemas naturales, ni se establecerán franjas de amortiguamiento asociadas a plantaciones, ya que no forman parte de las actividades previstas.<br>No obstante, sí se llevará a cabo el trámite de cambio de uso de suelo forestal conforme a la legislación aplicable, debido a que dentro del polígono del Proyecto existen áreas clasificadas en la Serie VII de Uso de Suelo y Vegetación (INEGI 2018) como agricultura de temporal que, por abandono de actividades agrícolas y ganaderas, presentan actualmente vegetación secundaria.<br>Posteriormente, se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ), en el cual se establecerán las medidas de restauración y compensación que determine la autoridad competente, en apego al marco legal aplicable.<br>En este sentido, durante la etapa de construcción se realizará colecta de germoplasma, semillas y material vegetativo de especies nativas presentes en las áreas sujetas a cambio de uso de suelo. Este material será utilizado posteriormente en la aplicación del Programa de Restauración, que formará parte del ETJ, con el objetivo de favorecer la recuperación de la biomasa y la diversidad biológica, en congruencia con el criterio Fom14.<br>Adicionalmente, se aplicará el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el cual contempla el mantenimiento controlado de vegetación herbácea bajo la infraestructura. Esta acción contribuirá a la reducción de la erosión hídrica y eólica, favorecerá la infiltración del agua al subsuelo y permitirá conservar procesos |
| Fom12, | Las plantaciones deberán mantener una franja de amortiguamientos hacia los ecosistemas naturales, manteniendo la integridad d ellos ecosistemas acuáticos y/o terrestres. | |
| Fom13, | Los aprovechamientos forestales deberán garantizar la protección de vegetación ribereña conforme lo establecido en la fracción XLVII del artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales. | |
| Fom14, | Se deberán exigir acciones de restauración como requisito para cualquier tipo de aprovechamiento forestal maderable, que garanticen la recuperación de la biomasa y la diversidad biológica equiparable a la pérdida a causa del aprovechamiento. | |
| Fom27, | Se deberá desalentar el aprovechamiento forestal maderable dentro de la UGAT. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | | ecológicos locales durante la operación del Proyecto, coadyuvando al cumplimiento de los objetivos ambientales implícitos en estos criterios forestales. |
| **Forestal no maderable** | | |
| Fnm10, | Se deberá desalentar el aprovechamiento forestal no maderable dentro de la UGAT. | El Proyecto no contempla actividades de aprovechamiento forestal no maderable, por lo que este criterio no aplica directamente. No se realizarán acciones relacionadas con la recolección, extracción o uso de productos forestales no maderables como resinas, fibras, frutos, cortezas u otros elementos de vegetación natural, ya que no forman parte de las actividades previstas.<br>Sin embargo, dado que dentro del polígono del Proyecto existen superficies que requieren cambio de uso de suelo forestal, clasificadas en la Serie VII de Uso de Suelo y Vegetación (INEGI 2018) como agricultura de temporal con vegetación secundaria por abandono, se llevará a cabo el trámite correspondiente conforme a la legislación vigente.<br>Posteriormente, se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en el cual se definirán las medidas de restauración y compensación que determine la autoridad competente. Como parte de estas acciones, durante la preparación del sitio se realizará colecta de germoplasma, semillas y material vegetativo de especies nativas presentes en las zonas a intervenir, para su posterior utilización en el Programa de Restauración.<br>Además, se aplicará el Programa de Conservación de Suelo y Agua, que contempla el mantenimiento controlado de vegetación herbácea bajo la infraestructura, contribuyendo a la reducción de procesos erosivos y al mantenimiento de funciones ecológicas locales durante la operación. |
| **Turismo** | | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Tu01, | Las obras y actividades relacionadas con la actividad turística se realizarán sin afectar los ecosistemas, manteniendo la vegetación natural, a fin de no afectar el paisaje y las acciones de restauración ecológica. | El Proyecto no contempla el desarrollo de actividades turísticas de ningún tipo, ni la instalación de infraestructura asociada a turismo convencional, alternativo o rural, por lo que los criterios Tu01–Tu07 no aplican directamente. No se realizarán obras ni actividades turísticas que puedan afectar ecosistemas, valores culturales, tradiciones locales o actividades económicas existentes (Tu01–Tu04). Tampoco se llevarán a cabo procesos de participación comunitaria específicos para proyectos turísticos (Tu05–Tu06), ni se desarrollarán estudios de impacto ambiental enfocados a actividades turísticas (Tu07), dado que la naturaleza del Proyecto no corresponde a este tipo de aprovechamientos.<br>Sin embargo, es importante destacar que todas las actividades constructivas y operativas se realizarán en apego a la normatividad ambiental aplicable, evitando impactos negativos sobre el entorno natural y cultural. En este sentido, se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos, que garantizará la adecuada separación, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos generados, contratando empresas autorizadas por la autoridad competente, lo que contribuye indirectamente al cumplimiento de objetivos ambientales similares a los establecidos en estos criterios turísticos.<br>Asimismo, se aplicará el Programa de Conservación de Suelo y Agua, que contempla el mantenimiento controlado de vegetación herbácea bajo la infraestructura, favoreciendo la infiltración de agua, reduciendo la erosión hídrica y eólica, y manteniendo procesos ecológicos locales. Estas acciones refuerzan el enfoque preventivo del Proyecto, garantizando que no se generen impactos adversos similares a los que podrían derivarse de actividades turísticas no reguladas. |
| Tu02, | Las obras y actividades relacionadas con la actividad turística se realizarán sin alterar los valores culturales y patrimoniales de las comunidades del lugar. | |
| Tu03, | Las actividades turísticas se desarrollarán sin afectar deliberadamente las tradiciones y costumbre de la población local. | |
| Tu04, | Las actividades turísticas se desarrollarán sin afectar a otras actividades económicas, sociales o culturales de la zona). | |
| Tu05, | Los proyectos turísticos promovidos o financiados total o parcialmente por instituciones del sector público se deberá capacitar a la población local en el manejo de los recursos naturales, patrimoniales, financieros y socio-organizativos necesarios para el aprovechamiento sustentable. | |
| Tu06, | Para la gestión y operación de los proyectos de desarrollo turístico promovidos o financiados total o parcialmente por instituciones del sector público, se dará prioridad a los habitantes de las comunidades rurales involucradas. | |
| Tu07, | Todo desarrollo turístico que implique la modificación de la cobertura natural del suelo, requerirán un estudio de impacto ambiental con base en lo estipulado en la Norma Técnica Ambiental NTA-IEG-006 , que establece los requisitos que deben cumplir e información que deben contener las manifestaciones de impacto ambiental en sus diferentes modalidades y los estudios de riesgo en el Estado de Guanajuato; o los términos de referencia que en su momento emitan las autoridades municipales en el ámbito de sus competencias | |
| **Turismo alternativo** | | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Tal01, | Las actividades turísticas realizadas en la UGAT estarán relacionadas con proyectos ecoturísticos, turismo de aventura, extremo o rural, evitando proyectos de turismo convencional que impacten negativamente a los ecosistemas, la biodiversidad y los recursos naturales. | El Proyecto no contempla el desarrollo de actividades de turismo alternativo, ecoturismo, turismo de aventura o rural, ni la construcción de infraestructura asociada a estos usos, por lo que los criterios Tal01–Tal14 no aplican directamente. No se realizarán obras con fines turísticos ni se prevé la instalación de servicios o equipamientos para visitantes, por lo que no existirán afectaciones a otras actividades económicas, sociales o culturales de la zona (Tal01–Tal05), ni será necesario implementar programas integrales de tratamiento de aguas residuales o sistemas específicos para el manejo de turistas (Tal06–Tal07).<br>De igual manera, no se contempla la promoción de proyectos turísticos financiados por instituciones públicas que requieran la capacitación de población local o la priorización de habitantes rurales en su operación (Tal08–Tal09), ni la utilización de materiales ecológicos para la construcción de instalaciones turísticas (Tal10), dado que estas actividades no forman parte del Proyecto. Tampoco aplican los criterios relacionados con el uso de vegetación nativa en áreas verdes de desarrollos turísticos (Tal11), con la protección de tradiciones locales ante actividades turísticas (Tal12), ni con la obtención de autorizaciones de impacto ambiental específicas para proyectos turísticos (Tal13), toda vez que la Manifestación se centra en actividades de generación eléctrica.<br>No obstante, el Proyecto sí contempla la implementación de medidas ambientales transversales que contribuyen indirectamente al cumplimiento de objetivos similares a los de estos criterios. Se aplicará el Programa de Manejo Integral de Residuos, a través del cual se contratará a una empresa autorizada por la Secretaría correspondiente para garantizar la correcta disposición de residuos peligrosos, aguas residuales y residuos de |
| Tal02, | Todos los desarrollos de turismo alternativo deberán de contemplar un programa integral de sistemas de tratamiento de sus aguas residuales. | |
| Tal03, | El desarrollo de proyectos de turismo alternativo incluirá procesos de participación ciudadana de las comunidades rurales involucradas. | |
| Tal04, | Las obras relacionadas con la actividad turística alternativa deberán emplear materiales ecológicos. | |
| Tal05, | Con el fin de desarrollar el turismo rural se deberá propiciar el contar con casas de la comunidad como albergues o casas rurales y paraderos turísticos. | |
| Tal06, | Los proyectos ecoturísticos que se promuevan en la UGAT deberán contar con un manejo integral de residuos sólidos, que considere su separación en orgánica e inorgánica, así como su valorización o cualquier biodegradación. Quedará absolutamente prohibido el uso de cualquier otro terreno como basurero. | |
| Tal07, | Se implementarán acciones basadas en estudios de capacidad de carga con la finalidad de no generar perturbaciones a los monumentos, ecosistemas o paisajes de interés, resultado de las actividades turísticas. | |
| Tal08, | Las actividades turísticas que se desarrollen en la UGAT deberán contar con estrictas medidas de prevención y mitigación de incendios forestales. | |
| Tal09, | Se fomentará el acompañamiento de personal debidamente acreditado, preferentemente de las comunidades locales, para los | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | recorridos interpretativos, observación de flora, fauna y paseos fotográficos. | manejo especial generados durante las etapas de construcción y operación, evitando impactos sobre el entorno natural.<br>Asimismo, se implementará el Programa de Conservación de Suelo y Agua, que contempla el mantenimiento controlado de vegetación herbácea bajo la infraestructura del Proyecto, lo que favorecerá la infiltración de agua al subsuelo, reducirá la erosión hídrica y eólica, y conservará procesos ecológicos locales. Estas acciones contribuyen a mantener la funcionalidad ecológica del sitio, evitando alteraciones similares a las que podrían generar desarrollos turísticos no regulados. |
| Tal10, | Las instalaciones turísticas implementarán de manera prioritaria acciones que permitan obtener al menos el 15% del agua requerida por medio de sistemas de captación de aguas pluviales. | |
| Tal11, | Las instalaciones turísticas implementarán de manera prioritaria acciones que permitan contar con sistemas de producción de energía a partir de fuentes renovables que produzcan al menos el 35% de la energía requerida por el proyecto. | |
| Tal12, | Para la rehabilitación de senderos o caminos se deberán utilizar materiales propios de la zona provenientes de sitios debidamente autorizados por la autoridad ambiental competente. Queda prohibido el uso de materiales residuos de la construcción como material para la adecuación o nivelación de caminos o postas, así como materiales que impidan la filtración de agua pluvial al suelo. | |
| Tal13, | En las zonas de recarga de alto potencial solo se podrá permitir el establecimiento de áreas y proyectos recreativos ecoturísticos que en el proceso constructivo y operativo incluyan preferentemente materiales y productos biodegradables. | |
| Tal14, | Las actividades de turismo alternativo dentro de la UGAT se limitarán a aquellas que no requieran infraestructura y equipamiento permanente (por ejemplo, senderismo y observación de fauna silvestre). | |
| **Turismo convencional** | | |
| Tcn01, | Los proyectos turísticos que se promuevan en la UGAT deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como de riesgo. | El Proyecto no contempla actividades turísticas convencionales ni la construcción de infraestructura destinada a ese uso, por lo que |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Tcn02, | Las instalaciones turísticas deberán utilizar ecotécnicas para limitar al máximo el impacto sobre el medio ambiente | los criterios Tcn01–Tcn10 no son aplicables. No se desarrollarán proyectos turísticos en la UGAT, ni se prevé la instalación de equipamientos recreativos, servicios de hospedaje, restaurantes u otras infraestructuras asociadas a actividades de turismo convencional, por lo que no será necesario establecer zonas de amortiguamiento, aplicar ecotécnicas específicas para instalaciones turísticas, ni elaborar estudios de impacto ambiental en esta materia (Tcn01–Tcn07).<br>Asimismo, no se promoverá la consolidación ni la ampliación de corredores turísticos, ni se realizarán actividades que interfieran con zonas sujetas a restauración ecológica (Tcn06 y Tcn09). Tampoco se contempla el uso de concesiones de agua para fines turísticos (Tcn10), dado que la naturaleza del Proyecto es exclusivamente de generación eléctrica.<br>No obstante, de manera transversal, el Proyecto implementará su Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual establece lineamientos para la separación, almacenamiento temporal y disposición final adecuada de todos los residuos generados durante las etapas de construcción, operación y abandono, a través de empresas autorizadas por la autoridad competente, evitando afectaciones al entorno que pudieran equipararse a las derivadas de actividades turísticas no reguladas.<br>Asimismo, se aplicará el Programa de Conservación de Suelo y Agua, que contribuirá a la conservación de procesos ecológicos locales, al mantenimiento de la cobertura vegetal en áreas no ocupadas por infraestructura y a la reducción de erosión y escurrimientos superficiales, asegurando que las condiciones del sitio no se deterioren por actividades ajenas al objeto del Proyecto. |
| Tcn05, | Los proyectos turísticos que se promuevan en la UGAT deberán contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales, y un manejo integral de residuos sólidos. | |
| Tcn06, | Fomentar la consolidación y ampliación de los corredores turísticos en el municipio con fundamento en la Normatividad Estatal, Federal y Municipal. | |
| Tcn09, | Las actividades turísticas se desarrollarán sin afectar las acciones aplicadas en zonas sujetas a restauración ecológica. | |
| Tcn10, | El desarrollo de proyectos de turismo convencional estará condicionado a que se cuenten con los títulos de concesión correspondientes en materia de agua. | |
| **Asentamientos humanos rurales** | | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ahr01, | El crecimiento de las comunidades rurales estará condicionado a la ocupación de predios en el interior de la comunidad o contiguos a esta, a una distancia no mayor de 500m de las poblaciones previamente establecidas, evitando la creación de nuevos centros de población. Este crecimiento no deberá desarrollarse a costa de ecosistemas forestales y en casos excepcionales se deberá compensar la biomasa removida. | Los criterios Ahr01–Ahr15 no resultan aplicables al Proyecto, ya que no contempla la creación, ampliación ni modificación de asentamientos humanos rurales. Tampoco se prevé la ocupación de predios al interior de comunidades rurales, ni el desarrollo de infraestructura habitacional, comercial o de servicios comunitarios que implique crecimiento poblacional (Ahr01 y Ahr02). Asimismo, no se llevarán a cabo acciones que generen impactos sobre recursos patrimoniales, históricos, arqueológicos, paleontológicos o culturales (Ahr04), ni se intervendrán zonas sujetas a riesgos geológicos o hidrometeorológicos (Ahr05). Por otra parte, no se generarán residuos sólidos urbanos asociados a establecimientos comerciales o de servicios (Ahr06–Ahr08), ni será necesaria la implementación de ecotecnias para el suministro de agua, drenaje o energía eléctrica (Ahr09–Ahr12), al no tratarse de infraestructura para uso habitacional o comunitario. Finalmente, el Proyecto no está vinculado a programas productivos rurales financiados con recursos públicos (Ahr13), no contempla infraestructura de tratamiento de aguas en zonas de recarga (Ahr15). No obstante, de manera transversal, el Proyecto implementará su Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se dará tratamiento adecuado a los residuos generados durante la construcción, operación y abandono, evitando cualquier acumulación o disposición no autorizada que pudiera generar efectos similares a los de asentamientos humanos no regulados.<br>Asimismo, se aplicará el Programa de Conservación de Suelo y Agua, con medidas que garantizan la protección de la cobertura vegetal en áreas no ocupadas, la infiltración pluvial y el control de escurrimientos, evitando procesos de degradación que puedan asociarse a urbanizaciones dispersas. |
| Ahr02, | El incremento de la superficie de localidades rurales no deberá superar 1.5 veces el incremento natural de su población. | |
| Ahr03, | Se aplicarán medidas de mitigación de impactos ambientales por el crecimiento de las comunidades rurales con énfasis a las descargas de aguas residuales, emisiones a la atmósfera y manejo integral de residuos, evitando disturbios que modifiquen los hábitos de la fauna en los ecosistema aledaños. | |
| Ahr04, | El crecimiento de las comunidades rurales se deberá desarrollar evitando generar impactos sobre los recursos patrimoniales, históricos, arqueológicos, paleontológicos y culturales. | |
| Ahr05, | No se permitirá el desarrollo de asentamientos humanos en zonas sujetas a riesgos geológicos e hidrometeorológicos. En las Zonas propensas se deberá contar con todas las medidas de prevención y mitigación correspondientes. | |
| Ahr06, | Los residuos sólidos generados por establecimientos comerciales y de servicio de las comunidades rurales, deberán ser recolectados en al menos un 90% y manejados de manera integral conforme a la legislación aplicable, priorizando la valorización por sobre la disposición final. | |
| Ahr07, | No se realizará la disposición de residuos sólidos en barrancas, escurrimientos, predios baldíos, tiraderos a cielo abierto, ni la quema de estos, destinándolos a un sitio de disposición final | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | adecuado que señalen las autoridades competentes, o a un centro de acopio de residuos para prevenir impactos al ambiente. | |
| Ahr08, | Se deberá promover la separación de residuos sólidos en las comunidades rurales para su valorización y manejo integral. | |
| Ahr09, | En las zonas carentes de infraestructura de subministro de agua entubada o con déficit en el servicio, se deberán implementar ecotecnias para la captación, almacenamiento y filtrado del agua de lluvia que permitan ampliar la cobertura del servicio. | |
| Ahr10, | En las zonas carentes de infraestructura de drenaje o con déficit en el servicio, se deberán implementar ecotecnias para el tratamiento de las aguas residuales como fosas sépticas comunitarias o humedales artificiales. | |
| Ahr11, | En las zonas carentes de infraestructura eléctrica o con déficit en el servicio, se deberán implementar ecotecnias de generación de energía con fuentes renovables domésticas o comunitarias. | |
| Ahr12, | El manejo del alumbrado público en las comunidades rurales incluirá medidas para el ahorro de energía y el uso de nuevas tecnologías y alternativas sustentables que mejoren su funcionamiento. | |
| Ahr13, | En los proyectos económicos o productivos promovidos o financiados total o parcialmente por instituciones del sector público se deberá contar con medidas de disminución de la pobreza y marginación de la población rural. | |
| Ahr15, | En zonas de recarga de alto potencial en las localidades rurales, se promoverá el uso de ecotecnias para el tratamiento de aguas residuales. | |
| **Asentamientos humanos urbanos** | | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ahu34, | No se desarrollarán nuevos asentamientos humanos en zonas de alta producción agrícola determinada por la autoridad competente, con ubicación aledaña a zonas urbanas. | Los criterios Ahu34 y Ahu38 no aplican al Proyecto, ya que no contempla el desarrollo de asentamientos humanos urbanos ni la modificación del uso de suelo con fines habitacionales, industriales o comerciales. No se propone la creación de nuevas áreas urbanas, ni la expansión sobre zonas agrícolas de alta productividad, ni la instalación de infraestructura o servicios urbanos asociados (Ahu34). Asimismo, el Proyecto no considera el establecimiento de asentamientos humanos en la UGAT, por lo que no se genera ningún tipo de afectación territorial, demográfica o de infraestructura urbana (Ahu38). |
| Ahu38, | Se prohíbe el establecimiento asentamientos humanos urbanos en la UGAT. | |
| **Infraestructura puntual** | | |
| Ifp01, | Sólo se permitirá la instalación de obras de infraestructura puntual siempre y cuando no tengan efectos negativos que modifiquen la estructura o alteren las funciones de los ecosistemas naturales | Los criterios Ifp01 a Ifp04 no aplican al Proyecto, ya que no contempla la instalación de obras o estructuras clasificadas como infraestructura puntual, tales como torres, tanques, estaciones de bombeo, antenas, monumentos u otras construcciones aisladas que modifiquen la estructura o funciones de los ecosistemas naturales (Ifp01). En consecuencia, no se requieren acciones de compensación de biomasa forestal derivadas de este tipo de infraestructura (Ifp02), ni se prevé la instalación de elementos que generen impactos negativos sobre la imagen urbana o el patrimonio histórico-cultural del centro de población (Ifp03). Tampoco se desarrollarán obras hidráulicas de tipo puntual en el área de intervención (Ifp04). |
| Ifp02, | Para la instalación de cualquier proyecto de infraestructura puntual, dentro de las consideraciones para la mitigación del impacto ambiental del resolutivo, se deberá considerar que el promovente recupere en los predios de compensación en un período no mayor a cinco años, un equivalente del total de biomasa forestal que será removido por el proyecto. Las especies utilizadas deberán ser nativas. | |
| Ifp03, | No se permitirá la instalación de infraestructuras puntuales que generen impactos a la imagen urbana y el patrimonio histórico-cultural del centro de población. | |
| Ifp04, | Se permitirá únicamente la instalación de infraestructuras puntuales hidráulicas. | |
| **Infraestructura lineal** | | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ifl01, | La construcción de infraestructura lineal deberá evitar la reducción de la cobertura vegetal, la interrupción de corredores biológicos y flujos biológicos, la disminución de los servicios ecosistémicos y la fragmentación del paisaje. | Los criterios Ifl01 a Ifl29 no aplican directamente al Proyecto, ya que no se contempla la apertura de nuevas vialidades ni la construcción de infraestructura lineal distinta a la rehabilitación y acondicionamiento de caminos existentes. El Proyecto utilizará el derecho de vía actual, evitando la fragmentación de ecosistemas, la reducción de cobertura vegetal y la afectación de corredores biológicos o flujos hidrológicos (Ifl01, Ifl02, Ifl03, Ifl09, Ifl10, Ifl11). Por lo anterior, no será necesario implementar pasos de fauna, túneles, obras hidráulicas especiales ni medidas compensatorias asociadas a la apertura de nuevas vialidades.<br>Asimismo, no se desarrollarán obras que impliquen la instalación de infraestructura lineal para servicios básicos como alcantarillado, drenaje o conducción hidráulica (Ifl04, Ifl22, Ifl23), ni se emplearán explosivos en ninguna de las etapas del Proyecto (Ifl16, Ifl17, Ifl18). Tampoco se instalarán campamentos permanentes para trabajadores, ni plataformas de mantenimiento fuera de las zonas autorizadas (Ifl14, Ifl19). En el marco de la Manifestación de Impacto Ambiental, se implementarán el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y el Programa de Conservación de Suelo y Agua, junto con las medidas de mitigación previstas. Estas acciones tienen como finalidad asegurar la protección de los ecosistemas, mantener la funcionalidad ecológica y contribuir a la recuperación de las zonas intervenidas, en congruencia con los criterios establecidos (Ifl05, Ifl07, Ifl12, Ifl13, Ifl25, Ifl26, Ifl28, Ifl29). Posteriormente, en el Estudio Técnico Justificativo se aplicará el Programa de Restauración, mediante el cual se establecerán las acciones específicas de restauración y compensación ambiental asociadas a las superficies forestales que pudieran verse afectadas, garantizando el cumplimiento de la normatividad aplicable. |
| Ifl02, | Se deberá evitar impactos sobre el flujo de fauna cuando la infraestructura lineal interrumpa los corredores biológicos construyendo pasos de fauna sobre elevando el trazo vial en una longitud mínima de 100m de paso o para el caso de sistemas montañosos mediante la incorporación de túneles al diseño del proyecto. La longitud total de los pasos de fauna deberá ser conforme a la longitud de la sección del trazo del proyecto que se encuentre en zonas adyacentes a macizos forestales en una relación no menor al 75%. La empresa responsable de la construcción deberá presentar un estudio avalado por la autoridad competente. | |
| Ifl03, | La construcción de infraestructura deberá compensar la reducción de cobertura vegetal y la degradación del suelo, la interrupción de corredores biológicos y flujos hidrológicos, la disminución de los servicios ecosistémicos, y la fragmentación del paisaje de acuerdo con lo establecido en la autorización correspondiente. | |
| Ifl04, | Se permitirá la instalación de infraestructura de disposición lineal para la dotación de servicios básicos a las comunidades como agua potable, alcantarillado o drenaje (el cual deberá incluir el tratamiento de agua residual) y energía eléctrica, con la reducción y mitigación de los impactos significativos | |
| Ifl05, | Las acciones con impactos ambientales significativos como son los de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de infraestructura vial, deberán incluir programas de rescate de germoplasma de especies nativas (semillas, esquejes, estacas, hijuelos, etc.) y programas de rescate de la fauna | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | garantizando medidas de compensación y mitigación u otro programa que disminuya los impactos generados en el proyecto. | |
| Ifl06, | Las carreteras existentes y las nuevas vialidades deberán contar con pasos de fauna | |
| Ifl07, | La construcción de caminos deberá prever al menos el 50% de los materiales que permitan la infiltración pluvial al subsuelo, los cuales deberán ser estables, consolidados y con drenes adecuados a la dinámica hidráulica natural. | |
| Ifl09, | Los proyectos de infraestructura lineal que se promuevan en la UGAT deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como prioritarias para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, el mantenimiento de bienes y servicios ambientales, la recarga y para la preservación del patrimonio histórico, arqueológico, cultural y paleontológico. | |
| Ifl10, | La construcción de infraestructura vial de ser posible se realizará sobre el derecho de vía de caminos ya construidos, con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas presentes en el área, y el cambio de uso de zonas agrícola y forestal. | |
| Ifl11, | En el caso de que la construcción de la infraestructura interrumpa los flujos hidrológicos la empresa responsable de la construcción deberá presentar un proyecto hidráulico avalado por la autoridad competente que garantice la continuidad del caudal ecológico del flujo interrumpido. | |
| Ifl12, | Los proyectos de infraestructura que se promuevan deberán considerar la incorporación de vegetación arbórea en las zonas de derecho de vía, camellones y banquetas. Las especies deberán ser nativas y acorde a los diferentes tipos de vialidades para evitar | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | cualquier tipo de riesgo desde pérdida de visibilidad, hasta deterioro de las construcciones, incluyendo la caída de ramas o derribo de árboles, con raíces superficiales por efecto del viento. | |
| Ifl13, | Los proyectos, obras y actividades que puedan causar un deterioro severo del suelo y sus recursos deberán llevar a cabo acciones de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural. Se entenderá que se puede causar un deterioro severo de los suelos, cuando, entre otras: se afecte su integridad física y su capacidad productiva; su uso cause un desequilibrio ecológico; se favorezca la erosión, degradación o modificación de las características topográficas con efectos ecológicos adversos; se promueva la pérdida duradera de la cobertura vegetal; o, se genere deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo. En todo caso, y de ser autorizados, los proyectos, obras y actividades deberán cumplir de manera cabal con las condicionantes que las autoridades federales y estatales establezcan en el ámbito de sus competencias | |
| Ifl14, | Para toda obra o proyecto, durante las etapas de preparación y construcción, deberá mantenerse en todo momento una plataforma para el mantenimiento de equipo y maquinaria, la cual deberá contar con la infraestructura necesaria para garantizar la no infiltración de materiales peligrosos al subsuelo. | |
| Ifl15, | En toda obra o proyecto, los materiales destinados para la construcción de infraestructura y el relleno de las zonas, deberá provenir preferentemente de las actividades de excavación y nivelación del proyecto, reduciendo el uso de materiales provenientes de otros sitios. Todos los materiales deberán ser almacenados de manera tal que se garantice su no dispersión por agua o viento. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Ifl16, | En caso de que un proyecto de infraestructura pretenda emplear explosivos invariablemente se deberá acompañar la Manifestación de Impacto Ambiental de un Estudio de Riesgo Ambiental. El estudio de Riesgo Ambiental deberá contener las previsiones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de explosivos o polvorín, lugares de empleo y establecer de manera clara e inequívoca los perímetros y salvaguardas de seguridad. | |
| Ifl17, | En su caso, las cartas de "conformidad respecto a seguridad y ubicación de los lugares de consumo de explosivos" y de "conformidad respecto a seguridad y ubicación de los polvorines" por el presidente municipal para el uso de explosivos que alude el formulario RFA-EX - 003 para el otorgamiento del permiso respectivo por parte de la Secretaría de la Defensa Nacional estará condicionado a que el promovente entregue de manera previa a la presidencia municipal los resultados de la Evaluación de Riesgo Ambiental correspondiente con un aval técnico por parte de las autoridades federales y la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial. | |
| Ifl18, | En su caso, la carta de opinión favorable por parte del gobernador del estado de Guanajuato para el uso de explosivos que alude el formulario RFA-EX - 003 para el otorgamiento del permiso respectivo por parte de la Secretaría de la Defensa Nacional estará condicionado a que el titular del SMAOT avale de manera previa los resultados de la Evaluación de Riesgo Ambiental respectiva bajo los supuestos establecidos en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. | |
| Ifl19, | Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender cualquier contingencia. La | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | documentación respectiva que avale este criterio deberá presentarse como un anexo técnico dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental respectiva. | |
| Ifl20, | Las casas de máquinas, subestaciones eléctricas y patios de tensado de las líneas de transmisión sólo podrán establecerse en áreas degradadas o deshabitadas de la UGAT. | |
| Ifl21, | El derecho de vía de las líneas de transmisión eléctrica se deberá establecer en áreas previamente degradadas o deshabitadas y salvo justificación expresa se podrán establecer torres o puntos de inflexión en áreas con vegetación nativa. Para ello se deberá demostrar las opciones de diseño en los estudios ambientales respectivos que marca la legislación ambiental federal. | |
| Ifl22, | Toda la infraestructura de conducción hidráulica deberá estar entubada. | |
| Ifl23, | Los proyectos de infraestructura que requieran agua para su desarrollo u operación, deberán contar con un proyecto integral hídrico que evalúe la factibilidad del suministro de agua potable sin que implique una sobreexplotación de acuíferos | |
| Ifl24, | Se deberá hacer un estudio para la evaluación de la factibilidad de cada proyecto de infraestructura, que integre factores geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, de impacto social, de riesgos, que permitan determinar la infraestructura necesaria para la mitigación de riesgos. | |
| Ifl25, | El desarrollo de nuevos proyectos de infraestructura se deberá contemplar programas de rescate de fauna silvestre que serán sometidos a su validación por instituciones académicas y de investigación, así como por un comité ciudadano. | |
| Ifl26, | Los estudios, medidas, obras, y acciones a desarrollar durante la instalación de nuevos proyectos de infraestructura deberán | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | difundirse a las comunidades rurales o localidades involucradas según corresponda. | |
| Ifl28, | En zonas de alta capacidad de recarga se evitará el revestimiento de arroyos y canales con materiales tradicionales para permitir el paso hacia horizontes inferiores, de ser necesario habrá que remitirse a la aplicación del criterio de uso de materiales porosos. | |
| Ifl29, | Los derechos de vía generados para infraestructura lineal deberán respetarse para su uso adecuado, cuyas dimensiones y características serán definidas por la autoridad competente. | |
| **Infraestructura de área** | | |
| Ifa01, | La construcción de infraestructura de área deberá evitar la reducción de la cobertura vegetal, la interrupción de corredores biológicos y flujos biológicos, la disminución de los servicios ecosistémicos y la fragmentación del paisaje. | En este sentido, el Proyecto no contempla el desarrollo de infraestructura de área, ya que sus actividades no implican la instalación de superficies extensivas que modifiquen la cobertura vegetal, los flujos biológicos o los servicios ecosistémicos. Por tanto, no se generan afectaciones que requieran la aplicación de estos criterios, limitándose únicamente a obras y actividades de carácter lineal. De acuerdo con la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los terrenos donde se desarrollará el Proyecto están clasificados como agricultura de temporal (Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación INEGI, 2018). Esta característica fue un factor determinante para su selección, ya que se trata de superficies previamente utilizadas para actividades agrícolas y ganaderas, actualmente en condición de abandono y con presencia de vegetación secundaria, sin remanentes de ecosistemas primarios relevantes. En el marco de la Manifestación de Impacto Ambiental, se implementarán el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y el Programa de Conservación de Suelo y Agua, junto con las medidas de mitigación correspondientes, para asegurar la protección de los ecosistemas y la funcionalidad ecológica. |
| Ifa02, | Se deberán realizar estudios de factibilidad que consideren factores geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, impacto social, ambiental y de riesgos que permitan a la autoridad competente determinar es establecimiento de la infraestructura de área necesaria y la mitigación de riesgos. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | | Posteriormente, se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el cual se aplicará el Programa de Restauración correspondiente y se realizará el pago de derechos al Fondo Forestal, en cumplimiento con lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Estas acciones garantizarán la recuperación de las zonas intervenidas y la compensación ambiental conforme a la normativa vigente. |
| **Energías renovables** | | |
| Ere01, | Los proyectos de infraestructura para la generación de energías renovables estarán sujetos a las zonas identificadas de alta aptitud para su viabilidad y en UGAT de Aprovechamiento Sustentable, Conservación y Restauración. | En relación con los criterios aplicables a proyectos de energías renovables, el Proyecto se desarrolla en terrenos clasificados como agricultura de temporal (Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación, INEGI 2018), previamente utilizados para actividades agrícolas y ganaderas, actualmente en condición de abandono y con vegetación secundaria. Estas características garantizan que la ubicación del Proyecto sea congruente con las zonas identificadas de alta aptitud para su viabilidad en UGAT de Aprovechamiento Sustentable, conforme a lo establecido en el criterio Ere01.<br>Durante la etapa de preparación y ejecución se implementarán las medidas de mitigación, prevención y compensación previstas en la Manifestación de Impacto Ambiental, incluyendo el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y el Programa de Conservación de Suelo y Agua, en cumplimiento con lo establecido en el Ere02. Dichos programas aseguran la recuperación de zonas con mayor degradación ambiental y la adecuada gestión ambiental del sitio.<br>Posteriormente, se llevará a cabo el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el cual se aplicará el Programa de Restauración y se realizará el pago al Fondo Forestal Nacional, conforme a lo establecido en la Ley |
| Ere02, | Los proyectos de generación de energía mediante fuentes solar y eólica deberán contar con un programa de remediación por la afectación realizada, dando prioridad a la recuperación de zonas con mayor degradación ambiental lo más cercana a la zona del proyecto. | |
| Ere03, | Para la instalación de cualquier proyecto de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, dentro de las consideraciones para la mitigación del impacto ambiental del resolutivo, se deberá incluir que el promovente recupere en los predios de compensación en un periodo no mayor a cinco años, un equivalente del total de la biomasa forestal que será removida por el proyecto, considerando todas las obras relacionadas con el mismo. Las especies utilizadas serán nativas. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | | General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Estas acciones garantizan la recuperación de la biomasa forestal removida y la conservación de los servicios ecosistémicos, en concordancia con el Ere03, asegurando que las zonas intervenidas mantengan su funcionalidad ecológica en el mediano y largo plazo. |
| **Energía eólica** | | |
| Eol01, | Se deberán llevar a cabo medidas necesarias para evitar impactos negativos hacia la avifauna u otras especies aéreas, con énfasis en especies prioritarias y migratorias. | En cuanto a los criterios aplicables a proyectos de energía eólica, se precisa que el Proyecto no contempla la instalación de aerogeneradores ni infraestructura asociada a generación eólica, por lo que no aplican los lineamientos técnicos establecidos en los criterios Eol01, Eol02, Eol03, Eol04, Eol06, Eol07 y Eol08, relacionados principalmente con la protección de especies aéreas, la determinación de velocidades de arranque, programas de monitoreo específicos y condicionantes para su factibilidad.<br>No obstante, es importante señalar que el Proyecto sí se somete a evaluación mediante la Manifestación de Impacto Ambiental, en la cual se integran medidas preventivas y de mitigación acordes con su naturaleza y localización, como el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, así como el Programa de Conservación de Suelo y Agua, los cuales permiten garantizar que no se generen impactos adversos sobre la biodiversidad ni sobre los ecosistemas presentes en la zona.<br>Asimismo, posteriormente se llevará a cabo el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el cambio de uso de suelo, en el cual se implementará el Programa de Restauración y se efectuará el pago |
| Eol02, | La Manifestación de Impacto Ambiental deberá considerar además todos los elementos previstos en la legislación. | |
| Eol03, | Los proyectos de energía eólica tendrán un monitoreo continuo de especies aéreas (aves, murciélagos, insectos) que se distribuyen en el área del proyecto que contemple un registro de individuos afectados por colisiones, se identifique el horario, velocidad del aerogenerador, ubicación y otros factores que se consideren relevantes para la adopción de medidas de mitigación que reduzcan los impactos sobre la biodiversidad local. El programa de monitoreo deberé ser avalado por la autoridad competente. | |
| Eol04, | La velocidad de arranque de los aerogeneradores deberá ser de 6m/s como mínimo con la finalidad de reducir la posibilidad de impactos con especies aéreas. | |
| Eol06, | Los proyectos de generación de energía a partir de fuentes eólicas al final del período de explotación, incluirán el desmantelamiento y/o eliminación de los componentes de infraestructura generados | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | en la vida del proyecto, buscando dejar las zonas afectadas lo más cercano a su estado original. | al Fondo Forestal Nacional, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, asegurando la recuperación de la cobertura vegetal y el mantenimiento de la funcionalidad ecológica del sitio intervenido, en concordancia con el enfoque de mitigación y restauración que subyace en los criterios de este bloque. |
| Eol07, | Los aerogeneradores que a partir del monitoreo continuo de las especies aéreas que se identifiquen como focos rojos de alto índice de colisiones, deberán suspender su funcionamiento y adoptar medidas de mitigación y prevención que reduzcan el índice de colisiones avaladas por la autoridad competente. | |
| Eol08, | Los proyectos de energía eólica estarán condicionados según el estudio de factibilidad para su establecimiento en la UGAT | |
| **Parques solares** | | |
| Sol01, | En zonas de recarga de alto potencial la autorización para la instalación de sistemas de generación eléctrica mediante sistemas solares deberá demostrar a través de estudios cuantitativos de detalle, que la reducción de la infiltración en las áreas a ocupar no reduzca más del 15% del volumen de infiltración promedio anual. | En lo que respecta a los criterios para proyectos de energía solar, se identifican los lineamientos Sol01, Sol02, Sol03 y Sol04, los cuales establecen principalmente condicionantes técnicas y ambientales relacionadas con la infiltración en zonas de recarga de acuíferos, el manejo de paneles solares dañados como residuos peligrosos, el desmantelamiento y eliminación de componentes al término de la vida útil, así como la evaluación de factibilidad para su establecimiento.<br>En este sentido, el Proyecto no se localiza dentro de zonas de recarga de alto potencial, por lo que no le aplica el criterio Sol01. No obstante, se anexan en el Capítulo IV de la presente Manifestación los cálculos históricos de infiltración correspondientes al área del Proyecto, como referencia técnica para la evaluación ambiental.<br>Por otra parte, en atención al criterio Sol03, se garantizará que los paneles solares dañados sean retirados de forma inmediata y manejados adecuadamente como residuos peligrosos, conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y a lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos, que contempla su recolección, |
| Sol02, | Los proyectos de generación de energía a partir de fuentes solares al final del período de explotación, incluirán el desmantelamiento y/o eliminación de los componentes de infraestructura generados en la vida del proyecto, buscando dejar las zonas afectadas lo más cercano a su estado original. | |
| Sol03, | Los paneles solares dañados deberán retirarse inmediatamente de la zona de producción y deberán ser manejados de manera adecuada como residuos peligrosos. | |
| Sol04, | Los proyectos de energía solar estarán condicionados según el estudio de factibilidad para su establecimiento en la UGAT | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | | almacenamiento temporal y entrega a empresas autorizadas por la autoridad ambiental para su disposición final.<br>Respecto al criterio Sol02, al término de la vida útil del Proyecto se implementará el desmantelamiento y retiro de todos los componentes de infraestructura, buscando restablecer las condiciones originales de los terrenos ocupados. Estas acciones se llevarán a cabo en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que se presentará posteriormente, en el cual se aplicará el Programa de Restauración y se efectuará el pago al Fondo Forestal Nacional, conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.<br>Finalmente, para atender el criterio Sol04, la factibilidad del Proyecto se evalúa a través de los estudios técnicos y ambientales que integran la Manifestación de Impacto Ambiental, garantizando que su desarrollo sea compatible con la aptitud territorial y con la protección de los ecosistemas presentes. De esta forma, se acredita la congruencia del Proyecto con los criterios aplicables a proyectos de energía solar en la UGAT correspondiente, y se sientan las bases para su evaluación en relación con otros criterios ambientales y de infraestructura, como los relativos a actividades industriales, que se desarrollan a continuación. |
| **Industria** | | |
| In21, | No se permitirá el desarrollo de actividades industriales de cualquier tipo (ligera, mediana, pesada) en esta UGAT. | De acuerdo con el criterio In21, no se permite el desarrollo de actividades industriales de ningún tipo —ligera, mediana o pesada— dentro de la UGAT. El Proyecto no contempla la instalación de infraestructura ni la realización de actividades industriales, por lo que este criterio no aplica a sus actividades.<br>Respecto al criterio Inl03, este se refiere a la restricción de las actividades industriales a talleres o pequeñas agroindustrias comunitarias para la transformación de productos locales y |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | | regionales. El Proyecto no contempla este tipo de instalaciones ni actividades productivas asociadas, por lo que este criterio tampoco resulta aplicable.<br>Asimismo, no se prevé la generación de residuos industriales ni descargas derivadas de procesos de transformación; sin embargo, el Proyecto implementará su Programa de Manejo Integral de Residuos, que establece medidas para el almacenamiento temporal y la disposición final adecuada de todos los residuos generados durante las distintas etapas, conforme a la legislación ambiental vigente.<br>Cabe destacar que, conforme a la clasificación de actividades establecida para la UGAT 352-1, la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, como la solar, se considera una actividad compatible con la política ecológica de aprovechamiento sustentable vigente en dicha unidad. Por lo tanto, las actividades previstas en el Proyecto se alinean con la vocación territorial y ecológica de la zona, en concordancia con los lineamientos establecidos para la planeación municipal y estatal. |
| **Industria Ligera** | | |
| Inl03, | Las actividades industriales estarán restringidas a la instalación de talleres o pequeñas agroindustrias comunitarias para la transformación de los productos locales y regionales. | El criterio Inl03 no aplica al Proyecto, ya que este no contempla la instalación de talleres ni de pequeñas agroindustrias comunitarias para la transformación de productos locales o regionales, actividades a las que se refiere específicamente el lineamiento. La naturaleza del Proyecto consiste en la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables, por lo que no involucra procesos industriales de transformación. Asimismo, de acuerdo con la UGAT 352-1, este tipo de actividades de generación se considera compatible con el uso de suelo, por lo que no se contraviene ninguna disposición establecida en el criterio. |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| **Minería no metálica** | | |
| Min01, | Todo aprovechamiento de materiales pétreos y bancos de material seguirán los criterios y lineamientos de la Norma Técnica Ambiental NTA-IEE-002/2007, que establece los lineamientos y especificaciones para la selección, operación, seguimiento, abandono y obras complementarias y medidas de regeneración ambiental de un sitio de extracción de materiales pétreos. | Los criterios establecidos para la categoría de Minería no metálica no son aplicables al Proyecto, ya que este no contempla actividades de extracción, aprovechamiento de materiales pétreos ni la apertura o utilización de bancos de material en ninguna de sus etapas. El desarrollo del Proyecto se realizará en terrenos previamente intervenidos, clasificados como agricultura de temporal (Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación INEGI, 2018), que presentan vegetación secundaria debido al abandono de actividades agropecuarias, y no involucra la explotación de recursos minerales no metálicos.<br>Asimismo, la UGAT 352-1, en la que se localiza el Proyecto, no condiciona ni restringe el desarrollo de actividades de generación de energía renovable por conceptos relacionados con minería no metálica. En consecuencia, no se requerirá la aplicación de criterios como la NTA-IEE-002/2007, ni la implementación de programas de explotación, restauración o monitoreo asociados a sitios mineros, dado que no se realizará ningún tipo de actividad extractiva.<br>Sin embargo, para atender de manera preventiva y complementaria las obligaciones ambientales derivadas de la preparación y operación del Proyecto, se implementarán los siguientes instrumentos:<br>Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual contempla la separación, almacenamiento temporal, recolección y disposición final mediante empresas autorizadas, en cumplimiento con la normatividad aplicable. Incluye medidas específicas para la gestión de residuos de construcción, residuos sólidos urbanos y peligrosos, evitando su acumulación o disposición inadecuada en el sitio. |
| Min02, | Solo se permitirá la extracción de materiales pétreos de baja disponibilidad. | |
| Min03, | En caso de ser favorable, el resolutivo correspondiente, el promovente estará obligado a otorgar una garantía (fianza) a favor del fondo verde del Municipio de San Miguel de Allende que cubra los costos establecidos en el Estudio Técnico Económico presentado en la Manifestación de Impacto Ambiental, así como también estará obligado a garantizar su restauración mediante el Programa de regeneración ecológica del área impactada en sus diferentes etapas, cumpliendo con los lineamientos de la normatividad aplicable. | |
| Min04, | Sin menoscabo de los criterios y lineamientos de la Norma Técnica Ambiental NTA-IEE002/2007, que establece los lineamientos y especificaciones para la selección, operación, seguimiento, abandono, obras complementarias y medidas de regeneración ambiental de un sitio de extracción o explotación de materiales pétreos. Todo proyecto minero cercano (menos de 1,000 m) a un centro de población, presentará para su autorización una Evaluación de Impacto Vial (EIV) y Evaluación de Impacto Urbano (EIU) respetando los términos de referencia y las atribuciones federales, estatales y municipales al respecto. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Min05, | En caso de proyectos mineros de competencia federal, las autoridades federales competentes solicitarán una opinión de factibilidad técnica a las autoridades municipales para la posible autorización del proyecto. Con base en esa opinión, la autoridad municipal, en el ámbito de sus competencias, se reserva la autorización para otorgar las licencias de funcionamiento y de uso de suelo correspondientes. | Programa de Conservación de Suelo y Agua, que incorpora medidas de control de erosión, mantenimiento de la cobertura vegetal herbácea bajo las estructuras, conservación de la infiltración natural del agua y control de escurrimientos superficiales, evitando procesos de compactación e impermeabilización del terreno.<br>Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, que se aplicará previo al inicio de las obras para asegurar la identificación, rescate y reubicación adecuada de individuos de flora y fauna presentes en el área, priorizando especies nativas y aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.<br>Programa de Restauración, el cual se prevé aplicar en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que se elaborará posteriormente, de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Este programa contempla la recolección de germoplasma local (semillas, esquejes y ejemplares), la restauración de las áreas intervenidas y la compensación correspondiente mediante el pago al Fondo Forestal Mexicano, asegurando la recuperación de la estructura y funcionalidad ecológica de la zona intervenida.<br>En este sentido, los criterios Min01 a Min15 no resultan pertinentes para la evaluación del Proyecto, ya que las acciones previstas no se vinculan con extracción de materiales pétreos, almacenamiento de residuos industriales asociados a actividades mineras, ni con obras de disposición final o regeneración de bancos de material. No obstante, el conjunto de programas ambientales descritos garantizará que las actividades del Proyecto se desarrollen bajo un enfoque de prevención, conservación y restauración, en congruencia con el marco legal y territorial aplicable en la UGAT 352-1. |
| Min06, | La unidad administrativa municipal deberá promover que las autoridades de fiscalización ambiental como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial del estado de Guanajuato, en el ámbito de sus competencias, realicen auditorías o inspecciones mínimamente una vez al año a los productores mineros con referencia al manejo de sus residuos conforme los ineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley Para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato y sus reglamentos. Una copia de los reportes de dichas inspecciones deberá ser publicada y adicionada a los archivos de la Unidad Administrativa Municipal. | |
| Min07, | Las autoridades federales, estatales y municipales en el ámbito de sus competencias, realizarán operativos de vigilancia continua en la cuenca del Río Laja, para detener y poner a disposición a las autoridades competentes, a las personas que, sin permiso alguno, hagan extracción o aprovechamiento de los materiales pétreos y mineros de dicha zona. | |
| Min08, | Los bancos de material pétreos abandonados deberán realizar actividades de regeneración conforme a la NTA-IEE-002-2007 evitando dejar el suelo desnudo para minimizar la emisión de partículas PM 10. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Min09, | Se prohibirá la utilización de sitios explotados inactivos como área de disposición final de materiales (cascajo, residuos urbanos u otros). En caso de que el titular pretenda darle un uso distinto al predio, deberá obtener previamente la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental. | |
| Min10, | En el área de explotación, no se permitirá el almacenamiento permanente de chatarra o residuos originados por la maquinaria o la construcción de la infraestructura del banco. En caso de que el titular pretenda darle un uso distinto al predio, deberá obtener previamente la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental. | |
| Min13, | No se permitirá la apertura de nuevos bancos de materiales pétreos de alta disponibilidad en la UGAT, debiendo agotar las reservas de los bancos existentes acorde con lo establecido en la NTA-002-IEE-2007. Solo se permitirá la apertura de bancos de préstamo que sean utilizados para el propio proyecto que se esté realizando y el sitio deberá ser restaurado en su totalidad al terminar la obra. | |
| Min14, | En las zonas de conservación hidrológica se deberá analizar la red de drenaje para establecer si los ríos y arroyos drenan sus aguas hacia zonas de recarga de potencial alto y medio. En caso positivo se deberá instrumentar legalmente que la empresa responsable de las actividades tenga puntos de monitoreo de calidad del agua en los sitios de contacto con las zonas de recarga potencial alto y medio, así como realizar estudios hidrogeológicos de detalle que establezcan la capacidad de depuración del medio (que conforma a las zonas de recarga potencial alto y medio) y de la cantidad y calidad del agua que llegará al acuífero en forma de recarga. | |
| Min15, | En UGAT con políticas de restauración, conservación y protección, las operaciones de remoción de material estarán limitadas a las | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| | acciones estrictamente necesarias para la restauración del sitio bajo aprovechamiento de materiales pétreos. | |
| **Conservación** | | |
| Co03, | Promover técnicas de manejo e infraestructura para la conservación de suelo y agua, tanto las oficiales sancionadas por SEMARNAT, SAGARPA o CONAGUA, como otras sugeridas por instituciones estatales, académicas y tecnológicas nacionales o internacionales. | Los criterios establecidos en la categoría de Conservación resultan aplicables al Proyecto en la medida en que orientan las acciones de protección, manejo y restauración del entorno natural, así como el cumplimiento de la normatividad en materia de agua, suelo, vegetación y biodiversidad. En este sentido, la ejecución del Proyecto se llevará a cabo considerando lo siguiente:<br>En primer lugar, se implementará el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el cual integra técnicas de manejo para la reducción de la erosión, el mantenimiento de la cobertura vegetal herbácea bajo las estructuras, la preservación de la capacidad de infiltración natural del terreno y el control de escurrimientos superficiales, conforme a lo señalado en el criterio Co03. Este programa considera tanto las prácticas avaladas por SEMARNAT, SAGARPA y CONAGUA, como aquellas sugeridas por instituciones académicas y técnicas reconocidas a nivel nacional. |
| Co04, | Desarrollar prácticas de conservación de los arroyos de la UGAT, protegiendo su geomorfología y vegetación de galería de actividades productivas o el desarrollo de infraestructura en tramos frágiles o estratégicos. Estas zonas de exclusión deberán ser acordadas junto con SEMARNAT- CONAGUA, La Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial, el H. Municipio de San Miguel de Allende y el Comité Técnico de este ordenamiento, en el ámbito de sus competencias, y asentadas de manera formal en el Registro Público de Derechos del Agua para el uso o aprovechamiento de los bienes nacionales regulados por la Ley de Aguas Nacionales. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Co05, | Las actividades productivas que se realicen en la UGAT deberán garantizar la protección de la vegetación ribereña (ríos y arroyos) conforme a lo establecido en la fracción XLVII del artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales. | En cuanto a la protección de cauces y vegetación ribereña (Co04–Co07), el Proyecto no contempla obras que modifiquen cauces naturales ni intervenciones directas en zonas ribereñas. Se respetarán las franjas de amortiguamiento y se evitará el desarrollo de infraestructura en tramos frágiles, conforme a lo establecido en los criterios referidos. En caso de que alguna obra pudiera implicar cruces o adecuaciones menores en puntos de escurrimiento, estas se sujetarán al procedimiento correspondiente ante la autoridad competente (CONAGUA o SEMARNAT), conforme al criterio Co06.<br>De igual forma, no se proyecta la apertura de nuevos caminos dentro de zonas ribereñas o de inundación (Co08). La rehabilitación vial necesaria para el acceso al sitio se realizará sobre infraestructura existente, minimizando la alteración de la geomorfología y vegetación natural. En caso de que sea necesario presentar el diseño de ingeniería sobre cauces, este será evaluado dentro de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en concordancia con Co09.<br>Respecto a las medidas de seguimiento y control ambiental (Co13), durante la preparación, construcción y operación del Proyecto se dará cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable en los tres órdenes de gobierno, mediante inspecciones, reportes y auditorías ambientales periódicas, tal como lo estipula el Programa de Vigilancia Ambiental.<br>En relación con las medidas de infraestructura temporal y protección de fauna (Co15–Co16), cualquier instalación temporal, como campamentos o zonas de resguardo, se ubicará en áreas |
| Co06, | Cualquier obra que interrumpa los cauces o escurrimientos naturales de competencia federal deberá contar con la autorización de la CONAGUA o la SEMARNAT en el ámbito de sus competencias. | |
| Co07, | En los cauces poco profundos (<30 cm) de la UGAT deberán evitarse cualquier actividad, y deberá favorecerse el establecimiento de una zona de amortiguamiento que incluya, a partir del límite de la zona federal, al menos 5 m a cada lado del cauce. | |
| Co08, | No se permitirá el desarrollo y consolidación de nuevos caminos dentro de las zonas ribereñas y de inundación de los cauces. | |
| Co09, | El diseño de ingeniería de caminos sobre cauces deberá discutirse y sustentarse dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente, dependiendo de las atribuciones federales, estatales o municipales en la materia. | |
| Co13, | Dar seguimiento a la normatividad federal, estatal y municipal en materia ambiental a través de inspecciones y auditorías ambientales periódicas de cualquier actividad de aprovechamiento realizada dentro de la UGAT. | |
| Co15, | Los proyectos, obras y actividades que requieran la instalación de barreras, bordos o cercas deberán garantizar que éstas permitan el libre paso de la fauna silvestre. | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Co16, | Los proyectos, obras y actividades que requieran la instalación de campamentos o infraestructura temporal deberán aprovechar preferentemente las áreas abiertas libres de vegetación, y ubicarse en zonas al menos a una distancia de 100 metros de cauces y cuerpos de agua, además de tener un plan estratégico que garantice la recolección y disposición de los residuos sólidos generados. | abiertas sin vegetación, fuera de zonas de cauces y cuerpos de agua, garantizando una distancia mínima de 100 m. Se asegurará que las cercas o bordos que se instalen permitan el libre tránsito de fauna silvestre. Además, se aplicará el Programa de Manejo Integral de Residuos, que incluye estrategias para la separación, almacenamiento, recolección y disposición final de residuos sólidos, evitando impactos en los cauces y en la fauna.<br>Finalmente, en congruencia con Co18, la ejecución del Proyecto garantizará la conservación de los bienes y servicios ambientales mediante la aplicación integral de los programas ambientales previstos: el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, y el Programa de Restauración, este último a desarrollarse en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que se elaborará posteriormente, conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Este programa incluye la recolección de germoplasma (semillas, esquejes y ejemplares) y la restauración de las zonas intervenidas, así como el cumplimiento de las obligaciones de compensación a través del Fondo Forestal.<br>De esta manera, el Proyecto se alinea con los criterios de conservación aplicables, asegurando la protección de ecosistemas, la funcionalidad ecológica y el mantenimiento de servicios ambientales, en correspondencia con las disposiciones establecidas en la UGAT 352-1. |
| Co18, | Cualquier actividad productiva a realizar en la UGAT, deberá garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, así como la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad mediante programas de conservación previamente aprobados por las autoridades en materia. | |
| **Patrimonio cultural** | | |

Consulta Pública

| Criterios de la UGAT 352-1 | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Criterios** | **Vinculación** |
| Phc01 | Se promoverá el levantamiento de un inventario del patrimonio cultural de la UGAT con su respectiva valoración. | En relación con el criterio Phc01, que establece que “Se promoverá el levantamiento de un inventario del patrimonio cultural de la UGAT con su respectiva valoración”, se señala que, en caso de que durante la evaluación ambiental o la ejecución del Proyecto se identifiquen elementos susceptibles de protección, o si así lo determina la autoridad competente, se realizarán los trámites correspondientes ante el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).<br>Esta gestión permitirá contar con la valoración oficial sobre la existencia de vestigios arqueológicos o elementos patrimoniales en el área del Proyecto, asegurando el cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de protección del patrimonio cultural. |

Consulta Pública

## 3.5 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

### 3.5.1 Áreas Naturales Protegidas ANP

De acuerdo al Art. 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.

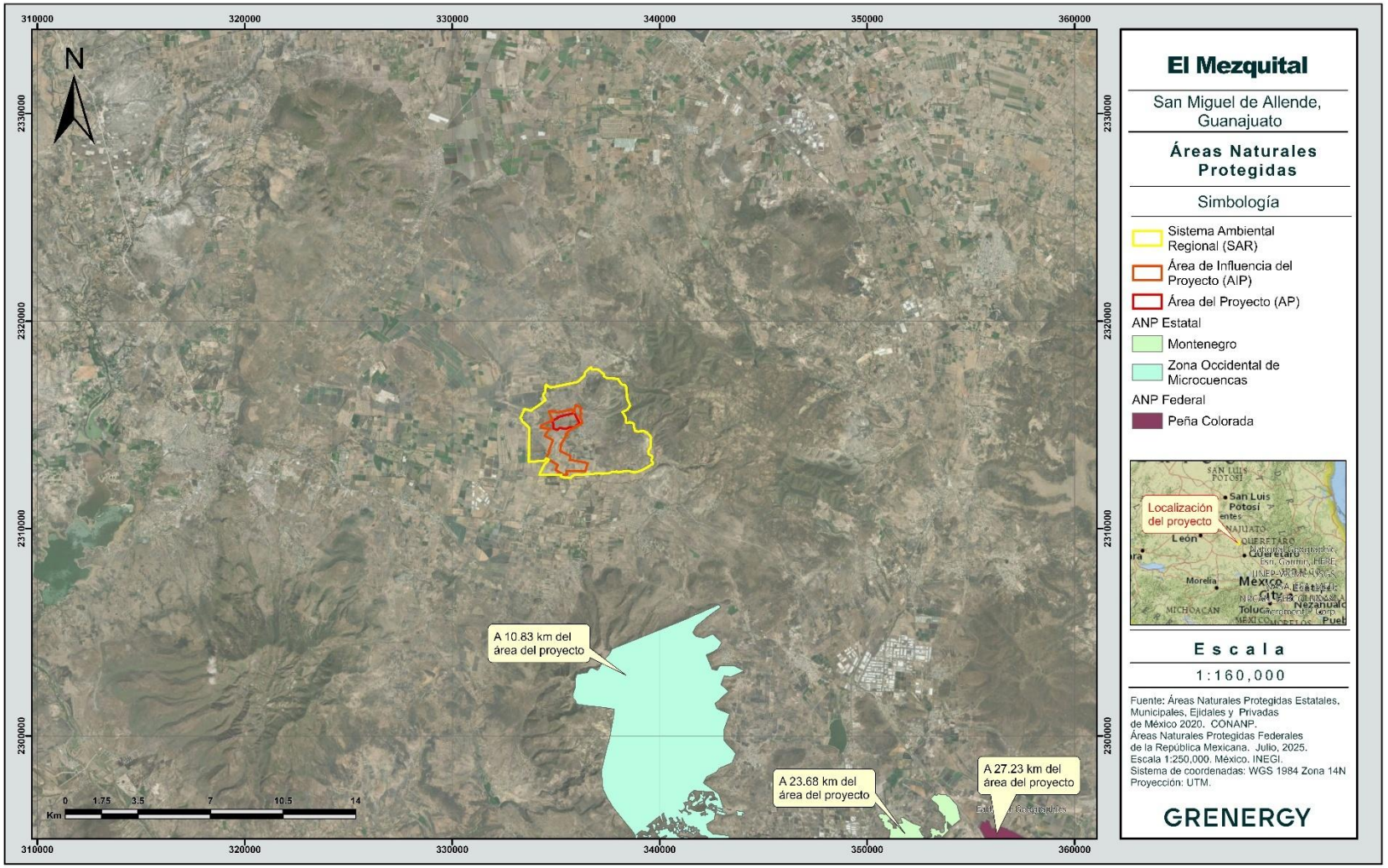
Mediante las ANP se pueden ampliar corredores naturales, que permiten que las especies se adapten y ajusten sus áreas de distribución, frente a las nuevas condiciones climáticas.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), administra actualmente 232 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal que representan 98,000,719 hectáreas.

Tras la realización del análisis de la información presentada por el INEGI, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se determinó que el Proyecto se localiza a una distancia de más de 10.8km del ANP Zona Oriental de Microcuencas, por lo que no representa una amenaza para esta.

Consulta Pública

***Mapa 4 Áreas naturales protegidas.***



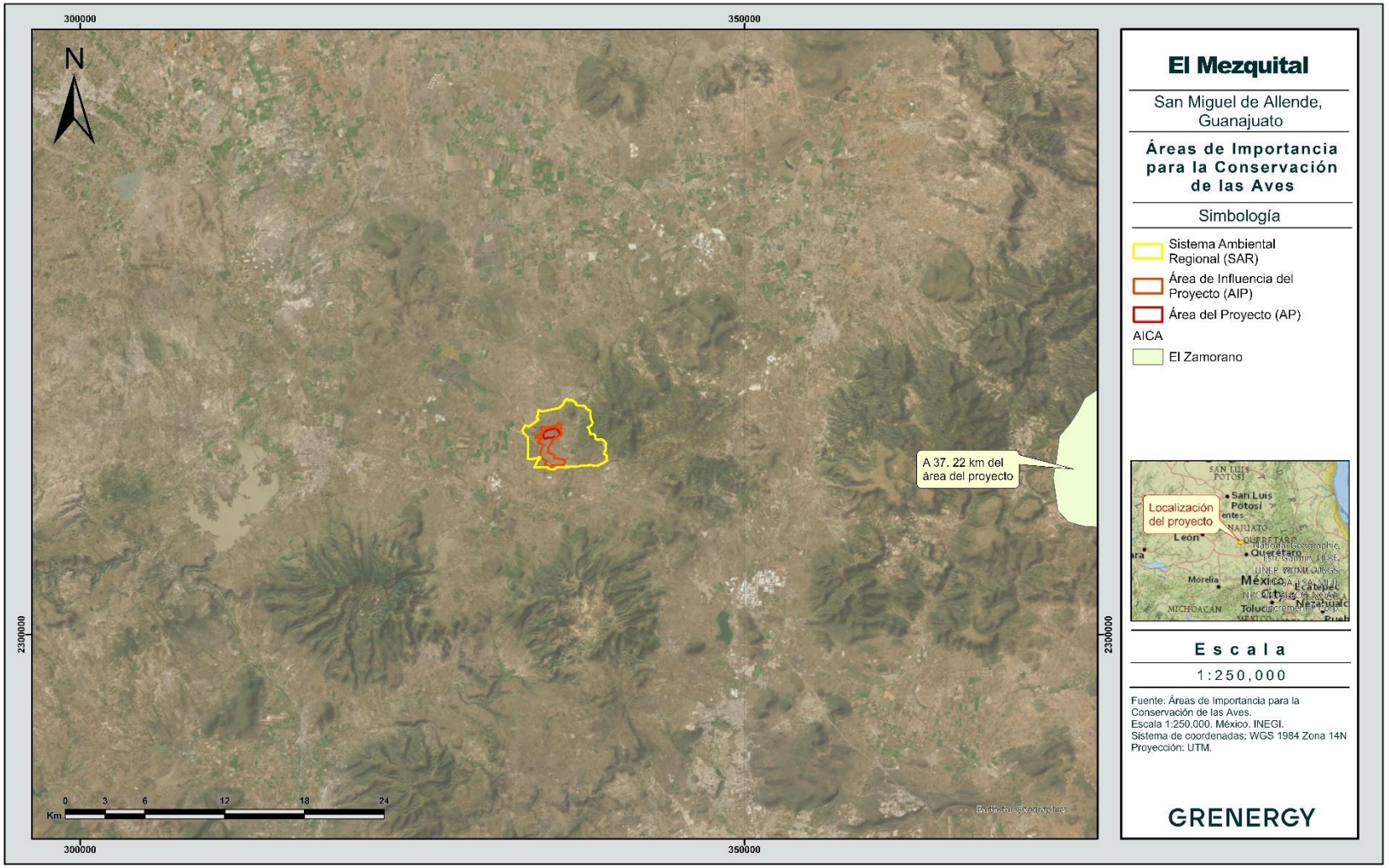
### 3.5.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

La CONABIO, en conjunto con la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International, inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves, el Programa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El listado completo incluye un total de 272 áreas, que incluyen aproximadamente 56,116 registros de diversas especies de aves. Tras el análisis realizado, el Proyecto se localiza a más de 37.2 km de distancia del AICA El Zamorano, por lo que no representa una amenaza a esta.

Consulta Pública

***Mapa 5 Áreas de importancia para la conservación de las aves.***



### 3.5.3 Sitios RAMSAR

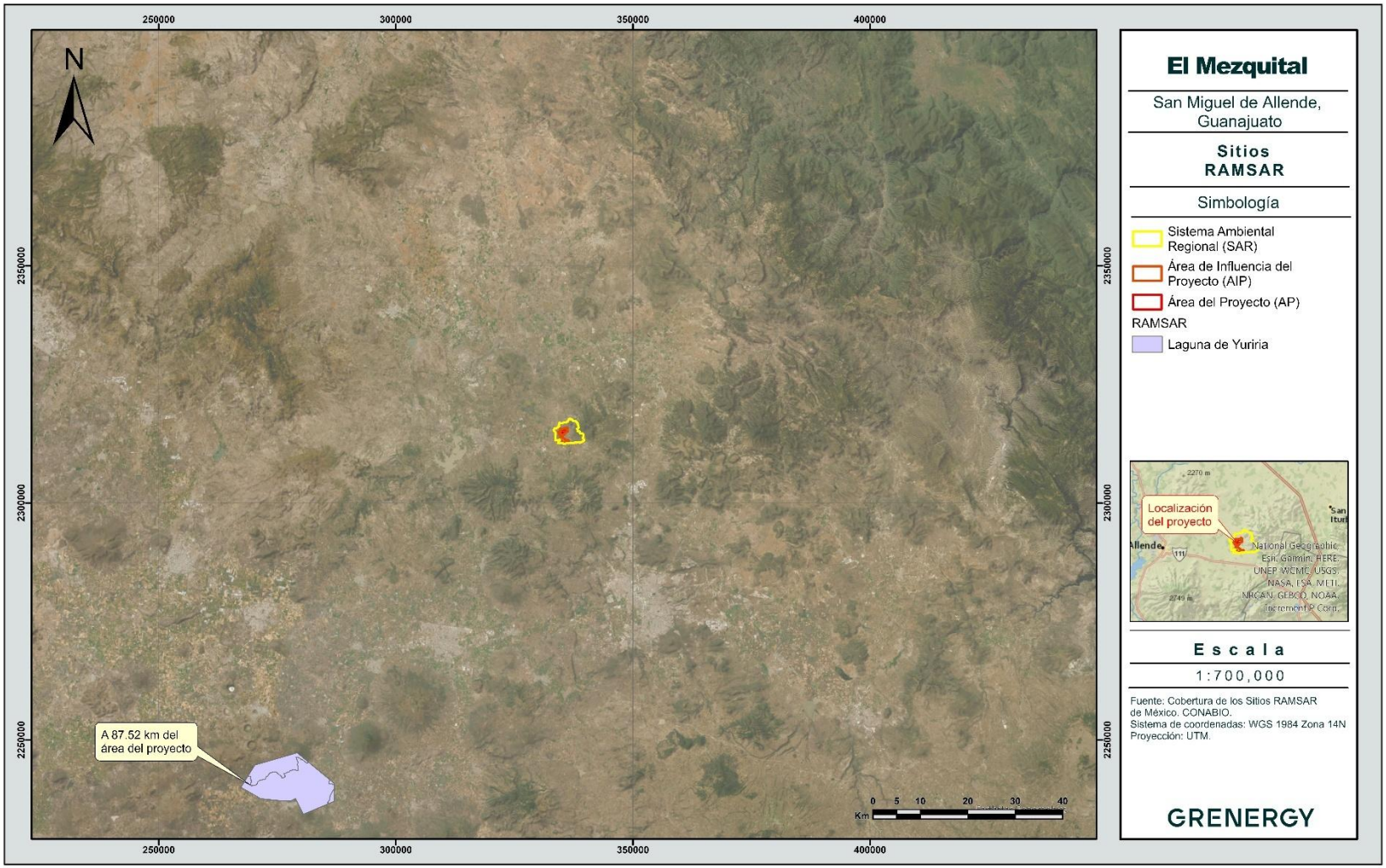
La Convención sobre los Humedales, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

Un compromiso fundamental de las partes contratantes de Ramsar consiste en identificar humedales adecuados e incluirlos en la lista de Humedales de Importancia Internacional, también conocida como la Lista de Ramsar.

Actualmente en México, se cuenta con un listado de 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional abarcando una superficie de 8,643,579 hectáreas, de los cuales, el proyecto no incide en ninguno, siendo la Laguna de Yuridia la más cercana a 87.5 km de distancia.

Consulta Pública

***Mapa 6 Sitios RAMSAR***



### 3.5.4 Regiones Terrestres Prioritarias

El Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad a cargo de la CONABIO, se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

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

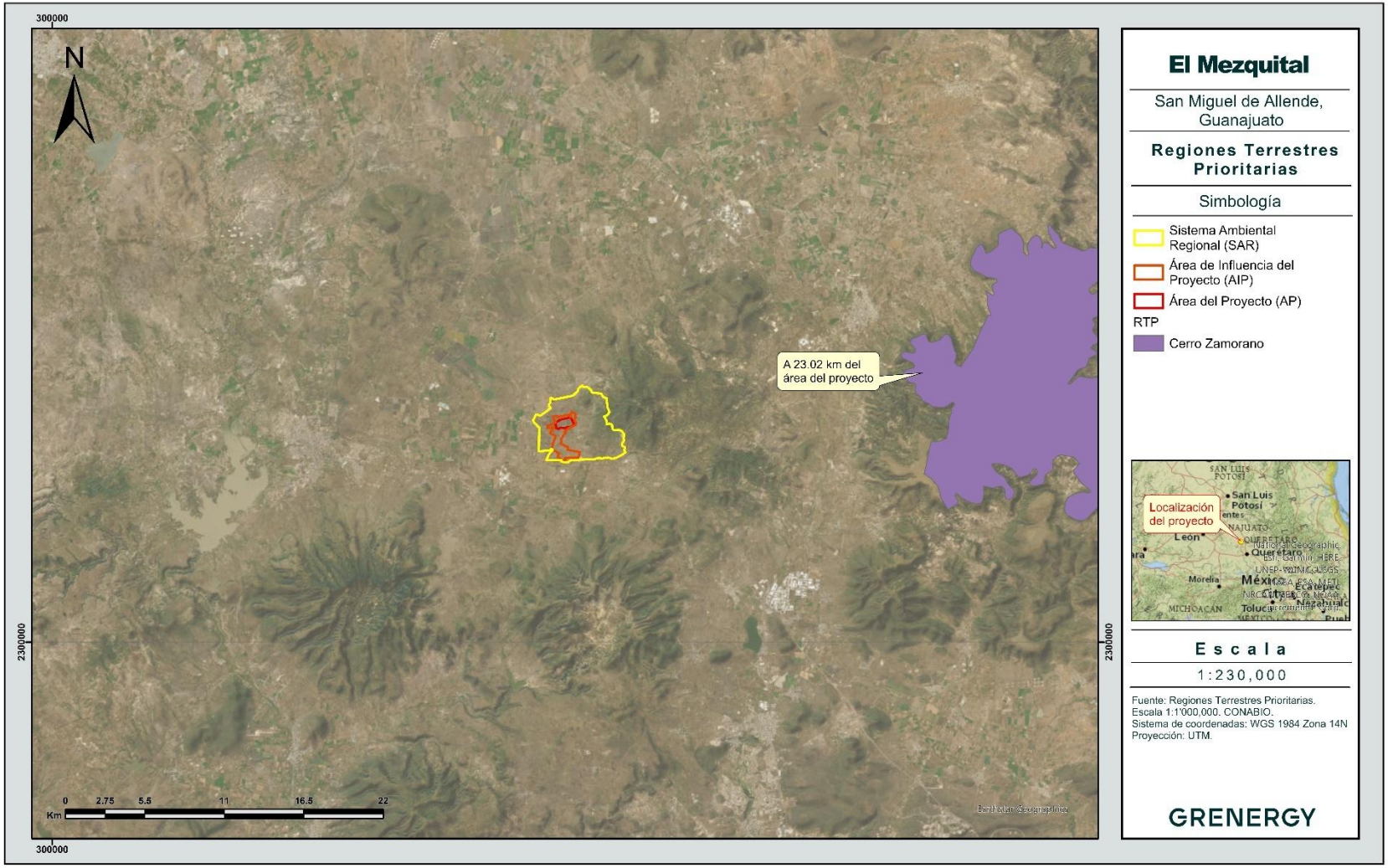
En términos numéricos, la mayor concentración de RTP se presenta en las entidades de mayor extensión del país: Chihuahua, Sonora y Coahuila, las que, al tener una baja densidad demográfica, disponen de grandes espacios relativamente inalterados.

Debe tenerse en cuenta que las regiones identificadas tienen por sí mismas la calidad de prioritarias, ya que representan una propuesta sobre regiones del país que por sus atributos biológicos deben ser consideradas bajo algún esquema de conservación y de uso sustentable, por lo mismo, se pretende sugerir acciones en el corto y mediano plazo, las cuales no necesariamente estarán encaminadas a decretarlas bajo alguna categoría de área natural protegida.

En México se cuenta con un registro de 152 Regiones Terrestres Prioritarias, de las cuales el Proyecto, no recae dentro de ninguna, por lo que no se vincula con ningún lineamiento. La más cercana es El Cerro del Zamorano y se localiza a una distancia de  más de 22 km, al Oeste.

Consulta Pública

***Mapa 7 Regiones terrestres prioritarias***



### 3.5.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias

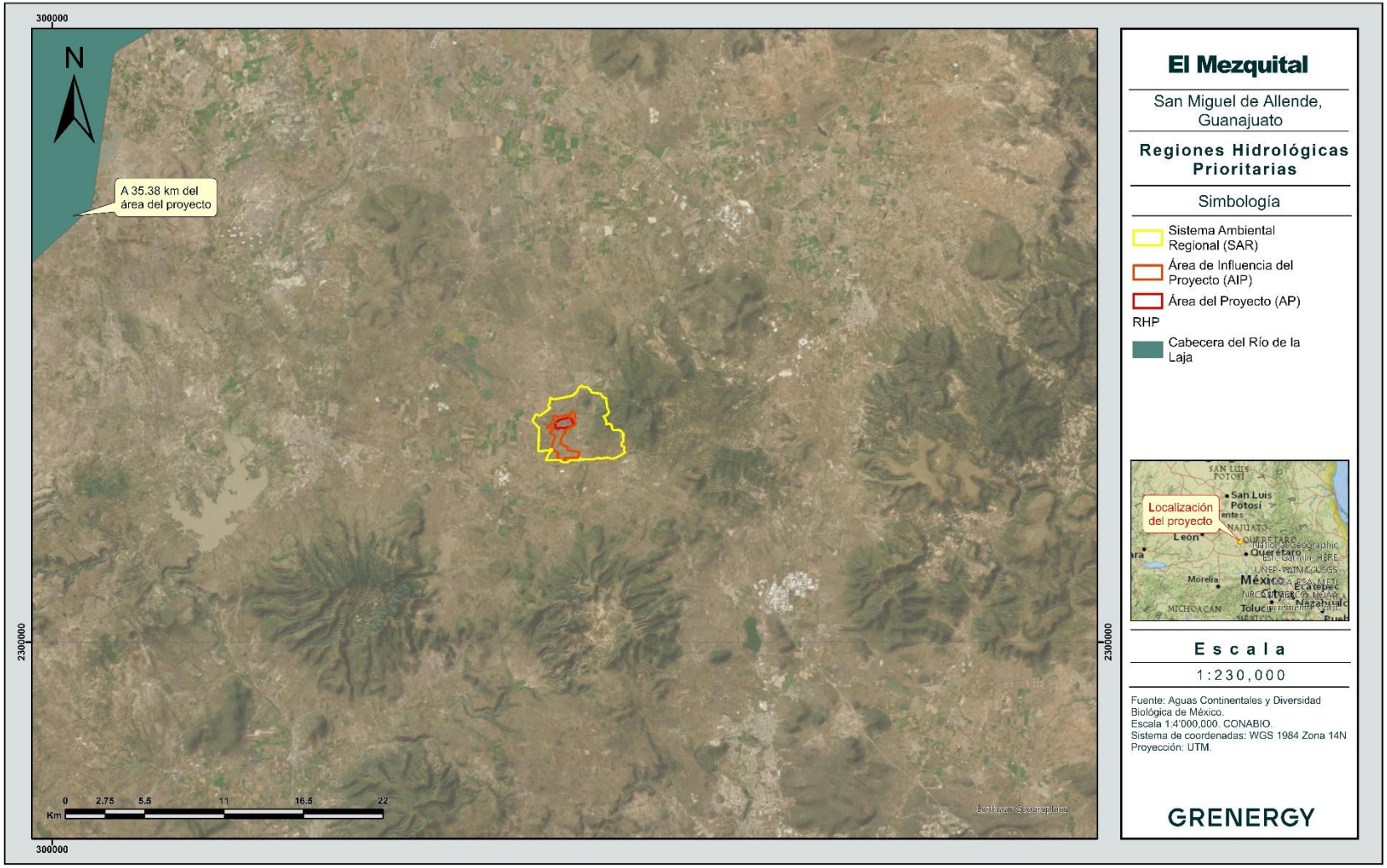
El Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) implantado por la CONABIO en mayo de 1998, tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible, así como 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.

Se han identificado 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El Proyecto no se encuentra dentro de ninguna RHP, ya que la más cercana es la Cabecera del Rio de la Laja, y se localiza a más de 35.8 km de distancia. En este sentido, no es necesario establecer una vinculación con algún plan de manejo. Como parte del Programa de Conservación de Suelo y Agua, se ha considerado que no se sellará el suelo, asimismo, se fomentará el crecimiento de la vegetación bajo los paneles solares, lo que ayudará a conservar la humedad del suelo, mejorar su estabilidad del mismo y mantener el equilibrio del ecosistema local, permitiendo la infiltración del agua en el sitio y la recarga de los mantos freáticos.

Consulta Pública

***Mapa 8 Región hidrológica prioritaria***



### 3.5.6 Unidades de Manejo Para la Conservación de la Vida Silvestre

Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, comúnmente conocidas como UMA, pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición en un área delimitada claramente bajo cualquier régimen de propiedad (privada, ejidal, comunal, federal, etc.), donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos mediante la utilización directa o indirecta de los recursos de la vida silvestre y que requieren un manejo (SEMARNAT, 2003).

La Ley General de Vida Silvestre, en la fracción XLVIII del artículo 3°, las define como:

Artículo 3o. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

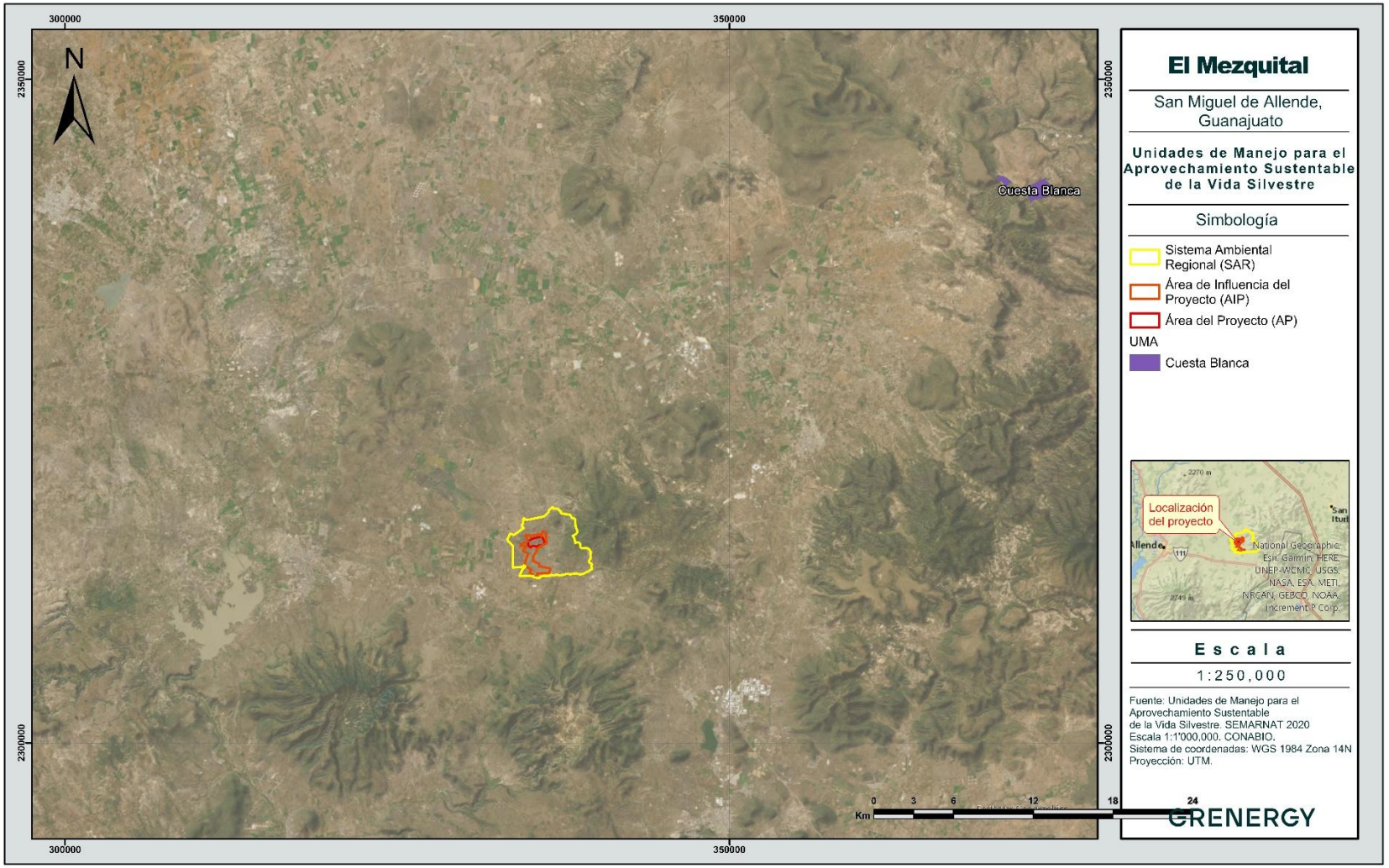
XLVIII. Unidades de manejo para la conservación de vida silvestre: Los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen.

Asimismo, esta Ley establece que sólo a través de las UMA se permite el aprovechamiento de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre (SEMARNAT, 2005).

En el territorio nacional, existe un registro con 8,384 Unidades de Manejo, de las cuales, el Proyecto no recae en ninguna por lo que no es vinculante. La más cercana es la UMA Cuesta Blanca, y se ubica a l noreste del AP.

Consulta Pública

***Mapa 9 Unidades de manejo ambiental***



## 3.6 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

De acuerdo con la naturaleza y características del proyecto, se llevó a cabo un análisis para identificar las normas oficiales mexicanas aplicables durante las etapas asociadas al proyecto, las cuales se precisan a continuación.

### 3.6.1 Atmosfera

> *NOM-041-SEMARNAT-2015* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2015) *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible (DOF 10 de junio de 2015).*

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se contará con un parque vehicular conformado por vehículos automotores además de maquinaria y equipo diversos, que operarán durante el plazo considerado en el cronograma de trabajo, para los que se contará con un programa de mantenimiento que tendrá como fin, constatar que operen en óptimas condiciones o, en caso contrario, se considerará su reemplazo; este programa incluye la verificación vehicular en centros de verificación autorizados para los vehículos automotores que aplique, previniendo con ello, emisiones contaminantes fuera de los límites establecidos en esta norma oficial.

Cabe señalar, que la debida aplicación de dicho programa, estará a cargo del personal ambiental especializado en la implementación y seguimiento al Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) durante todas las etapas del proyecto, quienes notificarán a la autoridad ambiental, de los avances obtenidos por etapa en los informes periódicos establecidos en la autorización correspondiente.

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

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se contará con un parque vehicular conformado por vehículos automotores (maquinaria y equipo diversos), que operarán temporalmente y durante el plazo considerado en el cronograma de trabajo, para los que se contará con un programa de mantenimiento que tendrá como fin, constatar que operen en óptimas condiciones o, en caso contrario, se considerará su reemplazo, este programa incluirá las verificaciones vehiculares aplicables, previniendo con ello, emisiones contaminantes fuera de los límites establecidos en esta norma oficial.

Cabe señalar, que la debida aplicación a dicho programa estará a cargo del personal involucrado en ejecutar el Programa de Vigilancia Ambiental.

Consulta Pública

*NOM-044-SEMARNAT-2017.* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2018a) *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 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.*

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se contará con un parque vehicular conformado por vehículos automotores (maquinaria y equipo diversos), que operarán temporalmente y durante el plazo considerado en el cronograma de trabajo, para los que se contará con un programa de mantenimiento que tendrá como fin, constatar que operen en óptimas condiciones o, en caso contrario, se considerará su reemplazo, este programa incluirá las verificaciones vehiculares aplicables, previniendo con ello, emisiones contaminantes fuera de los límites establecidos en esta norma oficial.

Cabe señalar, que la debida aplicación a dicho programa estará a cargo del personal involucrado en ejecutar el Programa de Vigilancia Ambiental.

*NOM-045-SEMARNAT-2017.* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2018b) *Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (DOF 8 de marzo de 2018).*

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se contará con un parque vehicular conformado por varias unidades en circulación, entre las que se considera el uso vehículos que emplean diésel como combustible, que operarán durante el plazo considerado en el cronograma de trabajo; estos vehículos se integrarán al referido programa de mantenimiento que tendrá como fin, constatar que operen en óptimas condiciones o, en caso contrario, se considerará su reemplazo, incluye la Verificación Vehicular en centros de verificación autorizados, para los vehículos automotores que aplique, previniendo con ello, emisiones contaminantes fuera de los límites establecidos en esta norma oficial.

Cabe señalar, que la debida aplicación a dicho programa estará a cargo del personal ambiental especializado en la implementación y seguimiento al PVA durante todas las etapas del proyecto, quienes notificarán a la autoridad ambiental, de los avances obtenidos por etapa en los informes periódicos establecidos en la autorización correspondiente.

### 3.6.2 Flora y Fauna

*NOM-059-SEMARNAT-2010.* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 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 (DOF 30 de diciembre de 2010).*

Esta norma resulta vinculante con el proyecto, previo a la ejecución de las etapas de preparación del sitio y construcción, toda vez, que, por parte de personal especializado, se

Consulta Pública

ejecutará un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna que fue identificada en los muestreos realizados para la elaboración de la presente manifestación de impacto ambiental.

La aplicación de este programa permitirá la reubicación de las especies de flora y la movilización de la fauna fuera de los sitios propuestos para la ejecución del proyecto. Se prestará especial atención a todas aquellas especies de lento crecimiento, lento desplazamiento, importancia ecológica o con algún estatus de protección establecidos en la presente Norma.

### 3.6.3 Residuos de Manejo Especial

> *NOM-161-SEMARNAT-2011* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013b) *Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a planes de manejo, el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo (DOF 1° de febrero de 2013).*

Los residuos de manejo especial son los que mayor volumen generan durante la construcción de una obra, como es el caso del proyecto; por tal motivo, esta norma le resulta aplicable, por lo que se tomarán en cuenta los lineamientos y criterios establecidos por la misma a efectos de llevar a cabo su gestión integral por medio de la implementación de un Plan de Manejo, cuya evidencia será reportada a la autoridad ambiental correspondiente bajo la tutela del personal a cargo de la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

### 3.6.4 Residuos Peligrosos

> *NOM-052-SEMARNAT-2005* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2006) *Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF. 26 de junio de 2006).*

Mediante el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) se verificará la debida aplicación de esta norma durante todas las etapas que comprenden el proyecto, a fin de identificar aquellos residuos peligrosos que pudieran generarse o que se hayan generado durante las actividades planeadas, en este último caso, se implementarán los lineamientos y criterios establecidos en esta norma para su clasificación con base a los listados de estos residuos y, de existir, se realizará la gestión integral aplicable conforme lo indicado en la legislación vigente.

> *NOM-053-SEMARNAT-1993* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1993a) *Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción, para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso, por su toxicidad al ambiente (DOF. 22 de octubre 1993).*

Se incluirá en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), la aplicación de esta norma oficial a efectos de identificar el nivel de toxicidad de aquellos residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto y proceder con el manejo y gestión integral que resulte aplicable, conforme a la legislación vigente.

Consulta Pública

*NOM-054-SEMARNAT-1993* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1993b) *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 (DOF. 22 de octubre de 1993).*

Durante todas las etapas del proyecto, se aplicará los lineamientos y criterios establecidos en esta norma oficial, la cual quedará bajo la tutela del personal asignado para el seguimiento y aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) para determinar la incompatibilidad de los residuos peligrosos que se llegaran a generar, así como a su debido manejo conforme a la legislación vigente.

Cabe señalar que esta norma, si bien hace referencia a la versión anterior de la NOM-052-SEMARNAT-1993, durante la ejecución de todas las etapas del proyecto, se considerarán los listados expuestos en la actual NOM-052-SEMARNAT-2005.

### 3.6.5 Ruido

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

Esta norma está vinculada con el proyecto durante todas sus etapas, pues tiene que ver directamente con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima para dar cumplimiento a los límites permisibles de emisión de ruido y, en caso contrario, reemplazarlos por otros que si se encuentren en perfectas condiciones. El cumplimiento a los parámetros establecidos en esta norma se hará a través del programa de mantenimiento cuya aplicación estará a cargo del personal ambiental especializado en la implementación y seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) durante todas las etapas del proyecto, reportando avances a la autoridad ambiental, en los informes periódicos establecidos en la autorización correspondiente.

### 3.6.6 Suelo y Subsuelo

*NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.* (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013a) *Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación (DOF. 10 de septiembre de 2013).*

Durante todas las etapas del proyecto, especialmente en las de preparación del sitio y construcción, se incluirá la implementación de medidas de seguridad necesarias para evitar derrames accidentales de hidrocarburos (gasolina, diésel, aceites, etcétera) al suelo; sin embargo, en el caso fortuito de que suceda algún derrame, se procederá inmediatamente con la limpieza y remediación correspondiente, a través de una empresa competente y autorizada que cuente con la tecnología adecuada para ello.

Cabe señalar, que, a través de la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) a cargo de personal especializado, se pretende llevar un control permanente de las actividades planeadas durante las primeras etapas de ejecución del proyecto para evitar y/o algún derrame accidental.

Consulta Pública

## 3.7 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

### 3.7.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (H. Congreso de la Unión 1917)

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, promulgada en 1917 y con su última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 15 de octubre de 2025, constituye el marco jurídico supremo que rige la vida nacional. En ella se establecen los derechos y obligaciones fundamentales en materia política, económica, social y ambiental, y de ella emanan los ordenamientos que sustentan la legislación ambiental y de planeación del desarrollo.

A continuación, se citan los artículos de la Constitución que tienen relación directa con el Proyecto:

*Artículo 4°*

*"Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley."*

Vinculación:

El Proyecto se vincula con este precepto al asegurar el cumplimiento del derecho constitucional a un medio ambiente sano mediante la implementación de medidas preventivas, de mitigación y compensación, evaluadas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R).

De forma complementaria, el Proyecto contempla la aplicación de diversos programas ambientales como el Programa de Manejo Integral de Residuos, el Programa de Conservación de Suelo y Agua, y el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, los cuales garantizan la protección de los ecosistemas y del bienestar ambiental del área de influencia.

*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 (...).*

*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."*

Consulta Pública

**Vinculación:**

El Proyecto contribuye al cumplimiento de este principio constitucional al promover una actividad productiva sustentable dentro del sector energético nacional. La generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables fortalece el desarrollo económico bajo criterios de equidad y conservación ambiental, asegurando que la ejecución del Proyecto respete el uso racional del suelo y los recursos naturales en beneficio colectivo.

*Artículo 26*

*"El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía (...). Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal."*

**Vinculación:**

La elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-R) se enmarca dentro de este principio, ya que forma parte del sistema de planeación democrática previsto por la Constitución. A través de este instrumento se asegura que la ejecución del Proyecto sea evaluada técnica y ambientalmente, en congruencia con los objetivos del desarrollo sustentable nacional y las estrategias establecidas en los programas federales y estatales de ordenamiento ecológico.

*Artículo 27*

*"La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación (...). 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 (...)."*

**Vinculación:**

El Proyecto se apega a este precepto al desarrollarse bajo las disposiciones de la autoridad ambiental y energética competente, respetando la propiedad y vocación de los terrenos. Asimismo, se reconoce que posteriormente se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el trámite de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el cual se implementará el Programa de Restauración y se efectuará el pago correspondiente al Fondo Forestal Nacional, conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

*Artículo 28*

*"No constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las siguientes áreas consideradas estratégicas: (…) la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica."*

Consulta Pública

**Vinculación:**

El Proyecto se ajusta a este artículo al desarrollarse dentro del marco de las actividades permitidas por la legislación energética, en coordinación con las dependencias federales correspondientes, asegurando la transparencia, eficiencia y sustentabilidad de sus operaciones.

*Artículo 73*

*"El Congreso tiene facultad (…) para legislar en toda la República sobre energía eléctrica y nuclear (...); así como para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas y de los Municipios en materia de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico."*

**Vinculación:**

En cumplimiento de este precepto, el Proyecto se sujeta al marco normativo federal y estatal en materia de protección ambiental y preservación del equilibrio ecológico, conforme a la competencia concurrente entre los tres órdenes de gobierno. La evaluación ambiental en curso mediante la MIA-R garantiza que el Proyecto contribuya al desarrollo sustentable nacional y al uso responsable de los recursos naturales.

*Artículo 115*

*"Los Municipios (…) estarán facultados para:*

*a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;*

*b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;*

*d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia;*

*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."*

***Vinculación:***

El Proyecto reconoce la competencia municipal en materia de planeación territorial y ecológica, asegurando su congruencia con los instrumentos de ordenamiento aplicables al Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato, particularmente con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial 2019–2040, dentro del cual se ubican la UGAT 352-1.

Conclusión de vinculación constitucional

De la revisión de los artículos señalados se concluye que el Proyecto no contraviene ninguna disposición constitucional, siempre que su ejecución se realice conforme a la autorización en materia de impacto ambiental emitida por la autoridad competente y, posteriormente, con la presentación y aprobación del ETJ correspondiente. De este modo,

Consulta Pública

se garantiza el cumplimiento de los principios de desarrollo sustentable, planeación democrática y protección ambiental previstos en la Constitución.

### 3.7.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (H. Congreso de la Unión 1988)

H. Congreso de la Unión, 1988 – Última reforma publicada en el DOF el 1 de abril de 2024)

La presente Ley constituye el principal instrumento jurídico federal que regula la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente, estableciendo las bases para propiciar el desarrollo sustentable en el territorio nacional. En esta sección se transcriben los artículos aplicables y posteriormente se establece su vinculación con el Proyecto.

> *Artículo 1.*
>
> *"La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente, en el territorio nacional y las zonas en las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público y de interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:*
>
> *I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;*
>
> *II. Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;*
>
> *III. La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;*
>
> *IV. La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;*
>
> *VI. La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;*
>
> *VII. Garantizar la participación responsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;*
>
> *VIII. El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución;*
>
> *IX. El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental; y*
>
> *X. El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan."*

Consulta Pública

**Vinculación:**

El Proyecto se desarrolla en apego a este artículo, al garantizar el respeto al derecho a un medio ambiente sano mediante la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y compensación descritas en la MIA-R.

Se implementarán programas ambientales específicos, como el Programa de Manejo Integral de Residuos, el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, y el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

Posteriormente, se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el trámite de cambio de uso de suelo, en el cual se aplicará el Programa de Restauración y se realizará el pago correspondiente al Fondo Forestal, conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

*Artículo 5.*

*"Son facultades de la Federación:*

*V. La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley;*

*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;*

*XII. La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal;*

*XIII. El fomento de la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los Estados y Municipios; así como el establecimiento de las disposiciones que deberán observarse para el aprovechamiento sustentable de los energéticos;*

*XV. La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente."*

**Vinculación:**

De acuerdo con este artículo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la autoridad competente para evaluar esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-R) y emitir la resolución correspondiente.

El Proyecto cumplirá las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables, adoptando tecnologías y procedimientos que reduzcan emisiones y descargas contaminantes, y evitando ruidos, vibraciones o radiaciones que pudieran afectar el entorno natural.

Consulta Pública

*Artículo 6.*

*"Las atribuciones que esta Ley otorga a la Federación, serán ejercidas por el Poder Ejecutivo Federal a través de la Secretaría [SEMARNAT] y, en su caso, podrán colaborar con ésta las Secretarías de la Defensa Nacional y de Marina cuando por la naturaleza y gravedad del problema así lo determine."*

**Vinculación:**

En cumplimiento de este artículo, el Proyecto se somete a evaluación por la SEMARNAT como autoridad competente en materia ambiental federal, asegurando la coordinación con los tres órdenes de gobierno.

*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 (…) 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."*

**Vinculación:**

El Proyecto se somete a la presente MIA-R al formar parte de las actividades del sector eléctrico, garantizando la evaluación preventiva de sus impactos y la adopción de medidas que aseguren la protección de los ecosistemas.

*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."*

**Vinculación:**

La MIA-R describe los impactos potenciales, las medidas preventivas y los programas ambientales aplicables a cada etapa del Proyecto, de conformidad con este artículo.

De manera complementaria, se prevé que posteriormente se elaborará el ETJ para el trámite de cambio de uso de suelo, donde se aplicará el Programa de Restauración y se

Consulta Pública

realizará el pago al Fondo Forestal Nacional, asegurando la recuperación del área intervenida.

*Artículo 37.*

*"En la formulación de normas oficiales mexicanas en materia ambiental deberá considerarse que el cumplimiento de sus previsiones deberá realizarse de conformidad con las características de cada proceso productivo o actividad sujeta a regulación, sin que ello implique el uso obligatorio de tecnologías específicas."*

**Vinculación:**

El Proyecto se ajustará al cumplimiento de las NOM ambientales aplicables, y en caso de requerir alternativas tecnológicas, se presentarán a la autoridad para su aprobación conforme al procedimiento previsto por este artículo.

*Artículos 79, 82, 83 y 86.*

*"Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:*

*I. La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural;*

*II. La continuidad de los procesos evolutivos;*

*III. La preservación de las especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción;*

*(…) y IX. El desarrollo de actividades productivas alternativas para las comunidades rurales."*

*"Las disposiciones de esta Ley son aplicables a la posesión, administración, preservación, repoblación, propagación, importación, exportación y desarrollo de la flora y fauna silvestre."*

*"El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean hábitat de especies silvestres deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para su subsistencia."*

*"A la Secretaría le corresponde aplicar las disposiciones sobre preservación y aprovechamiento sustentable de especies de fauna silvestre y autorizar su aprovechamiento."*

**Vinculación:**

El Proyecto implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, el cual contempla acciones previas y durante la fase de obras para la colecta, protección y traslado de individuos y especies nativas.

Asimismo, se realizará la colecta de germoplasma (semillas y material genético de especies locales) para su utilización en el Programa de Restauración que se aplicará posteriormente en el marco del ETJ.

*Artículos 110, 112 y 113.*

Consulta Pública

*“La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y las emisiones de contaminantes deben ser reducidas y controladas para asegurar el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.”*

*“Los gobiernos estatales y municipales establecerán sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación.”*

*“No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.”*

**Vinculación:**

Durante la preparación del sitio y construcción, se controlarán las emisiones a la atmósfera mediante mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria, evitando quemas a cielo abierto y aplicando humectación focalizada para controlar polvos.

Estas acciones se documentarán y verificarán mediante el Programa de Vigilancia Ambiental.

*Artículos 134 al 142.*

*“Corresponde al Estado y a la sociedad prevenir la contaminación del suelo; deben controlarse los residuos; prevenir y reducir su generación; incorporar técnicas de reúso y reciclaje; regular su manejo y disposición final.”*

*“Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias contaminantes en los suelos se sujetará a esta Ley y a las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría.”*

*“En ningún caso podrá autorizarse la importación de residuos para su disposición final en el territorio nacional.”*

**Vinculación:**

El Proyecto implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos, que incluirá la separación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final mediante empresas autorizadas por la Secretaría.

Se dará prioridad a la reducción y reutilización de materiales, evitando toda disposición en sitio. El cumplimiento será verificado mediante el PVA.

*Artículos 150, 151, 151 BIS, 152 y 152 BIS.*

*“Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas. La responsabilidad del manejo y disposición final corresponde a quien los genera.*

*La prestación de servicios para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos requerirá autorización previa de la Secretaría.*

*Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos produzca contaminación del suelo, los responsables deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo.”*

Consulta Pública

**Vinculación:**

El Proyecto contempla el manejo adecuado de residuos peligrosos (como aceites o paneles dañados) bajo control de empresas autorizadas por SEMARNAT, garantizando la trazabilidad y disposición final conforme a las NOM aplicables.

En caso de contaminación accidental, se realizarán acciones de remediación inmediata en apego a la LGEEPA y su Reglamento.

**Conclusión de Vinculación con la LGEEPA**

La presente MIA-R cumple con los artículos citados de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, asegurando la evaluación previa de los impactos ambientales, la aplicación de medidas de prevención y mitigación, y la implementación de programas ambientales especializados:

- Programa de Manejo Integral de Residuos
- Programa de Conservación de Suelo y Agua
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna
- Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

De igual manera, se establece que posteriormente se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ), en el que se aplicará el Programa de Restauración y se efectuará el pago al Fondo Forestal, conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

Con ello, el Proyecto garantiza el cumplimiento de los principios de prevención, restauración, preservación del equilibrio ecológico y desarrollo sustentable que la LGEEPA establece.

### 3.7.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental(H. Congreso de la Unión 2000b)

Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014

El presente Reglamento establece las disposiciones que regulan el procedimiento de evaluación del impacto ambiental al que deben someterse las obras y actividades que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

*Artículo 5°*

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

*K) Industria eléctrica:*

*I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con*

Consulta Pública

*una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;*

*II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;*

*III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y*

*IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.*

*Las obras a que se refieren las fracciones II y III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas."*

**Vinculación:**

El Proyecto forma parte de las actividades incluidas en el sector eléctrico, por lo que requiere de la autorización en materia de impacto ambiental emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

La presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) se presenta para cumplir con este requisito normativo y demostrar la viabilidad ambiental de las obras, las cuales se desarrollarán con base en los principios de prevención, mitigación y compensación establecidos en la legislación ambiental.

El Proyecto implementará los siguientes programas ambientales:

Programa de Manejo Integral de Residuos, para la separación, almacenamiento, transporte y disposición final mediante empresas autorizadas.

Programa de Conservación de Suelo y Agua, que incluye medidas de control de erosión, drenaje y manejo adecuado de escurrimientos.

Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, que contempla la colecta y conservación de especies nativas.

Programa de Vigilancia Ambiental, que verificará el cumplimiento de las condicionantes que establezca la SEMARNAT.

Asimismo, posteriormente se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el trámite de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, donde se aplicará el Programa de Restauración y se realizará el pago al Fondo Forestal Nacional, conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

*Artículo 9°*

*"Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización."*

Consulta Pública

**Vinculación:**

De acuerdo con este artículo, el Proyecto se somete a evaluación mediante la presente MIA-R, la cual incluye la descripción de las actividades, los impactos previstos y las medidas de manejo ambiental necesarias para evitar la afectación a los ecosistemas y recursos naturales del área de estudio.

*Artículos 10 y 11*

*Artículo 10. "Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: Regional..."*

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

*II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;*

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

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

**Vinculación:**

El Proyecto se presenta en modalidad regional, dado que se trata de un conjunto de obras y actividades del sector eléctrico con potencial de generar impactos sinérgicos en una región ecológica determinada.

La MIA-R considera las condiciones del medio físico, biótico y socioeconómico, evaluando los posibles efectos acumulativos y residuales y proponiendo medidas para su prevención y mitigación.

*Artículo 13.*

*"La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:*

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

*II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;*

*III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;*

*IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;*

Consulta Pública

*V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;*

*VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;*

*VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas; y*

*VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental."*

**Vinculación:**

La MIA-R elaborada para el Proyecto cumple con los criterios del artículo 13, integrando información técnica y metodológica sobre el área de influencia, las tendencias de deterioro y desarrollo, la identificación de impactos acumulativos, y la aplicación de estrategias preventivas y correctivas.

Se garantizan medidas de manejo ambiental que integran los programas ya mencionados, además del compromiso de ejecutar el Programa de Restauración una vez autorizado el ETJ.

*Artículos 17 al 22*

*Estos artículos establecen los requisitos formales y el procedimiento que debe seguirse ante la Secretaría para la presentación, revisión y evaluación de las manifestaciones de impacto ambiental, incluyendo los plazos para entrega de información adicional, consultas técnicas y revisión de contenido.*

*Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, acompañada de:*

*I. La manifestación de impacto ambiental;*

*II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete o en el medio electrónico que determine la Secretaría; 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 edición electrónica o en 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*

Consulta Pública

*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 21.- La Secretaría, en un plazo no mayor a diez días contados a partir de que reciba la solicitud y sus anexos, integrará el expediente; en ese lapso, procederá a la revisión de los documentos para determinar si su contenido se ajusta a las disposiciones de la Ley, del presente reglamento y a las normas oficiales mexicanas aplicables.*

*Artículo 22.- En los casos en que la manifestación de impacto ambiental presente insuficiencias que impidan la evaluación del proyecto, la Secretaría podrá solicitar al promovente, por única vez y dentro de los cuarenta días siguientes a la integración del expediente, aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la misma y en tal caso, se suspenderá el término de sesenta días a que se refiere el artículo 35 bis de la Ley.*

*La suspensión no podrá exceder de sesenta días computados a partir de que sea declarada. Transcurrido este plazo sin que la información sea entregada por el promovente, la Secretaría podrá declarar la caducidad del trámite en los términos del artículo 60 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.*

**Vinculación:**

El procedimiento para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental será llevado a cabo conforme a los artículos 17 al 22 del Reglamento.

El promovente se compromete a atender cualquier requerimiento técnico o documental que emita la autoridad, así como a proporcionar la información adicional necesaria dentro de los plazos legales establecidos.

*Artículos 24, 26, 27 y 28*

*“La Secretaría podrá solicitar opiniones técnicas a otras dependencias o grupos de expertos durante el procedimiento de evaluación;*

*podrá agregar información adicional al expediente, comentarios de consulta pública, y modificar las autorizaciones conforme a las condiciones ambientales que se determinen;*

*las modificaciones al proyecto deberán notificarse y, en su caso, someterse nuevamente a evaluación si representan cambios significativos.”*

*Artículo 24.- La Secretaría podrá solicitar, dentro del procedimiento de evaluación y en los términos previstos en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, la opinión técnica de alguna dependencia o entidad de la Administración Pública Federal, cuando por el tipo de obra o actividad así se requiera.*

*Asimismo, la Secretaría podrá consultar a grupos de expertos cuando por la complejidad o especialidad de las circunstancias de ejecución y desarrollo se estime*

Consulta Pública

*que sus opiniones pueden proveer de mejores elementos para la formulación de la resolución correspondiente; en este caso, notificará al promovente los propósitos de la consulta y le remitirá una copia de las opiniones recibidas para que éste, durante el procedimiento, manifieste lo que a su derecho convenga.*

*La Secretaría deberá mantener, al momento de realizar la consulta, la reserva a que se refiere el artículo 37 de este reglamento.*

*Artículo 26.- Iniciado el trámite de evaluación, la Secretaría deberá ir agregando al expediente:*

*I. La información adicional que se genere;*

*II. Las opiniones técnicas que se hubiesen solicitado;*

*III. Los comentarios y observaciones que realicen los interesados en el proceso de consulta pública, así como el extracto del proyecto que durante dicho proceso se haya publicado;*

*IV. La resolución;*

*V. Las garantías otorgadas, y*

*VI. Las modificaciones al proyecto que se hubieren realizado.*

*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.*

*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 de 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.*

Consulta Pública

**Vinculación:**

El Proyecto acatará las disposiciones de estos artículos, garantizando la transparencia del proceso y la disponibilidad de información para las consultas técnicas o públicas que determine la autoridad.

Cualquier modificación al diseño o desarrollo del Proyecto será notificada oportunamente a la SEMARNAT, y en caso de requerirse, se presentará una actualización o una nueva manifestación de impacto ambiental.

**Conclusión de Vinculación con el Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**

El Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental es el instrumento que establece los lineamientos técnicos y administrativos que deben observarse para la obtención de la autorización ambiental federal.

El Proyecto cumple con los artículos citados, presentándose en Modalidad Regional, dado que:

- Se trata de un conjunto de obras del sector eléctrico con posible interacción ambiental a nivel regional.
- Se integra información conforme al artículo 13, incluyendo identificación de impactos, medidas de mitigación y vinculación con instrumentos de planeación y ordenamiento ecológico.
- Se incorporan los programas ambientales específicos:
    - Manejo Integral de Residuos
    - Conservación de Suelo y Agua
    - Rescate y Reubicación de Flora y Fauna
    - Vigilancia Ambiental (PVA)
- Posteriormente se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el cambio de uso de suelo, en el que se aplicará el Programa de Restauración y se realizará el pago al Fondo Forestal, conforme a la legislación forestal vigente.

Con lo anterior, el Proyecto demuestra su apego a los principios de legalidad, prevención, transparencia y desarrollo sustentable, garantizando su cumplimiento con la LGEEPA y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

### 3.7.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (H. Congreso de la Unión 2018)

Esta Ley, cuyo texto original fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de junio de 2018 y cuya última reforma se publicó el 1 de abril de 2024, es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Sus disposiciones son de orden público y de interés social, siendo de observancia general en todo el territorio nacional. Su objeto es regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias en materia forestal entre la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia

Consulta Pública

previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G, de la Constitución, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Una consideración importante es lo previsto por dicha Ley respecto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, que particularmente prevé lo siguiente:

> *Artículo 7.*
>
> *Cambio de uso del suelo en terreno forestal: la remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;*
>
> *Fracción LXXI: Terreno forestal: es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;*
>
> *Fracción LVXXX: Vegetación forestal: el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.*

Dado que el Proyecto se desarrollará en una superficie que presenta vegetación forestal y secundaria nativa, de conformidad con las definiciones anteriores, será indispensable tramitar y obtener la autorización correspondiente de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, ya que la instalación de infraestructura, caminos y plataformas asociadas al Proyecto requerirá la remoción de vegetación forestal.

> *Artículo 10.*
>
> *Son atribuciones de la Federación:*
>
> *XXX. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.*
>
> *Artículo 14.*
>
> *La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones:*
>
> *XI. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.*

Con base en lo anterior, se reconoce que la facultad exclusiva para autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales corresponde a la Federación, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y únicamente por excepción. Por tanto, el Proyecto se someterá a dicho procedimiento excepcional al ubicarse sobre terrenos que presentan cobertura vegetal clasificada como forestal, y donde será necesaria la remoción de vegetación para la instalación de infraestructura eléctrica.

> *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*

Consulta Pública

*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.*

*Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento.*

En cumplimiento a este artículo, el promovente elaborará un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en el cual se acreditará que el cambio de uso de suelo no comprometerá la biodiversidad ni los servicios ecosistémicos en el área del Proyecto. El ETJ incluirá un Programa de restauración diseñado con criterios ecológicos para garantizar la rehabilitación de los ecosistemas afectados, así como un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre, que será implementado conforme a lo establecido en la normativa vigente y con la supervisión de especialistas.

Asimismo, se dará cumplimiento a lo que señale el Consejo Estatal Forestal correspondiente, en concordancia con los principios de fundamentación y motivación que exige la Ley, así como a los instrumentos de planeación territorial aplicables, como los Programas de Ordenamiento Ecológico, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones reglamentarias relacionadas con el cambio de uso de suelo.

Por tanto, el Proyecto considera plenamente las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, al incorporar de manera preventiva y planificada las medidas técnicas, administrativas y legales necesarias para obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, bajo un enfoque de desarrollo sustentable y restauración ambiental efectiva.

*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.*

En cumplimiento a este artículo, el promovente realizará el depósito correspondiente ante el Fondo Forestal Mexicano, conforme a lo que disponga el Reglamento, a efecto de asegurar la ejecución de las acciones de restauración en la cuenca hidrográfica en que se ubique el Proyecto.

Asimismo, en atención a lo establecido en la Ley y conforme a los principios de protección de la biodiversidad, se implementará un Programa de rescate y reubicación de flora, que se aplicará previo al desmonte en el área autorizada, con énfasis en las especies nativas o sujetas a protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas medidas serán

Consulta Pública

ejecutadas por personal especializado y su cumplimiento será supervisado mediante el Programa de Vigilancia Ambiental correspondiente.

De esta forma, el Proyecto da cumplimiento a lo previsto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, al considerar dentro de su planeación la obtención de la autorización para el cambio de uso de suelo, la elaboración del Estudio Técnico Justificativo, la ejecución de programas de restauración y rescate de flora, así como la compensación ambiental exigida por la normatividad vigente.

### 3.7.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (H. Congreso de la Unión 2020)

El reglamento, tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

El reglamento prevé entre otras cosas, el contenido del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) así como los plazos, etapas y procedimientos que rigen al trámite de evaluación y autorización de cambio de uso de suelo forestal, conforme a lo siguiente:

> *Artículo 1. El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.*
>
> *Su aplicación corresponde a la Secretaría, a través de las unidades administrativas que señale su Reglamento Interior o de los órganos administrativos desconcentrados denominados Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, según el ámbito de competencias que establezca la Ley, este Reglamento y otros ordenamientos jurídicos aplicables, así como a la Comisión en las materias cuyo ejercicio directo le atribuyan la Ley, el presente Reglamento y las disposiciones jurídicas que de ellos emanen.*

Dado que el Proyecto se localiza en terrenos que cuentan con cobertura vegetal clasificada como forestal, y se prevé su remoción para llevar a cabo obras de infraestructura, se requerirá la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), conforme al procedimiento normativo previsto en el Reglamento.

> *Artículo 82. La colecta de Recursos biológicos forestales requiere de un aviso ante la Secretaría en los casos siguientes:*
>
> *I. La colecta de Germoplasma forestal para Reforestación y Forestación con fines de conservación o restauración, y*

Como parte de los trabajos de preparación para el cambio de uso de suelo, se prevé la colecta de germoplasma forestal (semillas, esquejes, estacas, entre otros) que será

Consulta Pública

utilizada en acciones de reforestación contenidas en el Programa de Restauración. Por tanto, se notificará debidamente a la Secretaría este procedimiento, conforme a lo dispuesto por este artículo.

*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;*

*III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;*

*IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;*

*V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;*

*VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;*

*VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;*

*VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;*

*IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;*

*X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;*

*XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;*

*XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;*

Consulta Pública

*XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;*

*XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y*

*XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.*

*La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.*

*Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.*

En cumplimiento de este artículo, se elaborará un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que incorporará todos los elementos requeridos, incluyendo: la descripción del uso propuesto del terreno; localización geográfica mediante coordenadas UTM; caracterización físico-biológica del área y de su cuenca hidrográfica; análisis de erosión y calidad del agua; volumen estimado de materia prima forestal; así como un análisis de servicios ambientales y biodiversidad afectados.

Además, se diseñará un Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora y Fauna, conforme a la fracción IX del artículo, que indicará nombre de especies, densidades, ubicación georreferenciada para su reubicación y medidas de mantenimiento que aseguren al menos un 80% de supervivencia, priorizando áreas vecinas. Esta información formará parte integral del ETJ y será evaluada por la SEMARNAT.

También se incorporará un Programa de restauración conforme a las disposiciones normativas, el cual incluirá acciones dirigidas a la recuperación ecológica de las áreas afectadas, preferentemente dentro de la misma cuenca, y se vinculará con el depósito de compensación ambiental al Fondo Forestal Mexicano, conforme lo dispone el artículo 98 de la Ley.

*Artículo 213. Para la formulación y desarrollo de los programas de restauración ecológica, tendentes a controlar los procesos de Degradación de tierras, de Desertificación o de desequilibrios ecológicos en Terrenos forestales o preferentemente forestales, la Comisión promoverá la participación de los sectores público, social y privado. Asimismo, promoverá y organizará las acciones voluntarias de Conservación, protección y Restauración forestal con los propietarios o Legítimos*

Consulta Pública

*poseedores de los terrenos, mediante la celebración de convenios y demás instrumentos aplicables.*

El Programa de restauración que será diseñado para el Proyecto en el marco del ETJ, integrará estrategias para la rehabilitación de ecosistemas forestales afectados por la remoción de vegetación, y se promoverá la colaboración con actores sociales y propietarios de terrenos vecinos, conforme lo establece este artículo.

### 3.7.6 Ley General de Vida Silvestre (H. Congreso de la Unión 2000a)

Esta Ley, cuya última reforma fue publicada en Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2021, estipula en su artículo 1° que es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales y tiene por objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los monitoreos de flora y fauna silvestres dentro del área del proyecto y su área de influencia, se determinó el avistamiento de algunos ejemplares de fauna con alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que, no solo deberá observarse lo estipulado en dicha norma oficial, sino en los lineamientos que señala la presente Ley y que resultan obligatorios al proyecto.

Respecto a lo antes descrito, en el artículo 4° como en el artículo 18 de esta Ley, se precisa que 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. Si bien, este mismo artículo señala la posibilidad de que los dueños o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuya la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento en los términos prescritos en esta Ley y demás disposiciones que resulten aplicables, no se tiene contemplado realizar ningún tipo de aprovechamiento o manejo de especies para fines comerciales o afines, sino que la misma será protegida y manejada, mediante la implementación del Programa de Ahuyentamiento y Reubicación de Fauna Silvestre a cargo de personal especializado quienes ejercerán las medidas eficientes de protección para salvaguardar a los especímenes rescatados y/o evitar daños a éstos, durante todas las etapas de ejecución del proyecto hasta su cierre y abandono.

*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.*

*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.*

Consulta Pública

*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.*

*Además de lo anterior, se observará lo prescrito en las obligaciones que esta Ley, específicamente para lo que se refiere al manejo de ejemplares vivos de 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.*

*Artículo 33. Cuando de conformidad con las disposiciones en la materia deba someterse a cuarentena a cualquier ejemplar de la fauna silvestre, se adoptarán las medidas para mantenerlos en condiciones adecuadas de acuerdo a sus necesidades.*

*Artículo 36. La tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor de los ejemplares de fauna silvestre deberá evitarse o disminuirse en los casos de sacrificio de éstos, mediante la utilización de los métodos físicos o químicos adecuados.*

*Artículo 52. Las personas que trasladen ejemplares vivos de especies silvestres deberán contar con la autorización correspondiente otorgada por la Secretaría de conformidad con lo establecido en el reglamento. Asimismo, deberán dar cumplimiento a las normas oficiales mexicanas correspondientes.*

*Artículo 73. Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios…*

*Artículo 79. La liberación de ejemplares a su hábitat natural se realizará de conformidad con lo establecido en el reglamento. La Secretaría procurará que la liberación se lleve a cabo a la brevedad posible, a menos que se requiera rehabilitación.*

### 3.7.7 Ley General de Cambio Climático (H. Congreso de la Unión 2012)

La presente Ley, cuya última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación fue el 01 de abril de 2024, establece el marco normativo para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. En general, sus disposiciones descritas en su artículo 2°, tienen por objeto lo siguiente:

*Artículo 2o. Esta Ley tiene por objeto:*

Consulta Pública

*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.*

Por lo anterior, se puede identificar la compatibilidad que existe entre el desarrollo del proyecto y lo establecido por esta Ley, ya que éste, representa una alternativa para la generación de energía eléctrica de una manera más limpia y sustentable, representando una fuente de energía sin emisiones contaminantes atmosféricas.

*En particular, el proyecto resulta congruente con lo siguiente:*

*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;*

*IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y*

Consulta Pública

*entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;*

*Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:*

*I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:*

*a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.*

*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.*

*ARTÍCULOS TRANSITORIOS*

*Artículo Segundo. El país asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir al año 2020 un treinta por cierto de emisiones con respecto a la línea base; así como un cincuenta por ciento de reducción de emisiones al 2050 con las emitidas en el año 2000...Estas metas se revisarán cuando se publique la siguiente Estrategia Nacional.*

*Artículo Tercero. Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las Entidades Federativas y los Municipios deberán de implementar las acciones necesarias en Mitigación y Adaptación, de acuerdo con sus atribuciones y competencias para alcanzar las siguientes metas aspiracionales y plazos indicativos:*

*II. Mitigación:*

*e) La Secretaría de Energía en coordinación con la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Reguladora de Energía, promoverán que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance por lo menos 35 por ciento para el año 2024".*

El proyecto por su naturaleza, diseño y tecnología propuesta empleará como fuente de energía renovable, la solar, por lo que no generará emisiones a la atmósfera.

Consulta Pública

### 3.7.8 Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (H. Congreso de la Unión 2003)

La vinculación del Proyecto, con la presente Ley (última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 08 de mayo de 2023) parte de su obligación para la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos que se generarán tanto en las etapas de preparación del sitio y construcción, como en las de operación y mantenimiento, evitando con esto, la contaminación de sitios ocasionada por los residuos y una posible remediación.

Para comprender las diferencias entre los tipos de residuos que pueden generarse durante las etapas que comprende el desarrollo del proyecto, en el artículo 5° de esta Ley, se define cada uno de ellos, de la siguiente manera:

> *Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:*
>
> *XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;*
>
> *XXXI. Residuos Incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos;*
>
> *XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;*
>
> *XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;*

Asimismo, la Ley en sus artículos 16, 18, 19 y 20, establece los lineamientos para la agrupación y clasificación en diversas categorías de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de estos, criterios que se tomarán en cuenta durante todas las etapas de desarrollo del proyecto.

> *Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.*

Consulta Pública

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

*Artículo 19.- 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:*

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

*VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;*

*X. Los neumáticos usados,*

*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.*

Por su parte, los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, deberán publicar en el órgano de difusión oficial y diarios de circulación local, la relación de los residuos sujetos a planes de manejo y, en su caso, proponer a la Secretaría los residuos sólidos urbanos o de manejo especial que deban agregarse a los listados a los que hace referencia el párrafo anterior.

Por otro lado, esta Ley precisa las categorizaciones de los generadores de residuos y sus obligaciones, con base a la determinación del volumen de generación anual, estableciendo, además, los lineamientos para la elaboración del plan de manejo al que estará sujeto el proyecto y que se detallan a continuación:

*Artículo 3.- Se consideran de utilidad pública:*

*XII. Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;*

*XVII. Manejo Integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de 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;*

Consulta Pública

*XIX. Microgenerador: 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;*

*XX. Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;*

*XXI. Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;*

*Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:*

*I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;*

*II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes,*

*III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes […].*

*Artículo 30.- La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:*

*I. Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico;*

*II. Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de generadores;*

*III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables,*

*IV. Que se trate de residuos que representen un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.*

Consulta Pública

*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;*

*VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;*

*X. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados;*

*XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;*

*La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.*

*Artículo 33.- Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y según lo determinen su Reglamento y demás ordenamientos que de ella deriven.*

*En caso de que los planes de manejo planteen formas de manejo contrarias a esta Ley y a la normatividad aplicable, el plan de manejo no deberá aplicarse.*

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

*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.*

*Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.*

*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*

Consulta Pública

*por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.*

*Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.*

*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.*

*Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.*

*En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.*

*Artículo 46.- Los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento de la presente Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.*

*Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.*

*Artículo 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.*

Consulta Pública

*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.*

*Artículo 67.- En materia de residuos peligrosos, está prohibido:*

*I. El transporte de residuos por vía aérea;*

*II. El confinamiento de residuos líquidos o semisólidos, sin que hayan sido sometidos a tratamientos para eliminar la humedad, neutralizarlos o estabilizarlos y lograr su solidificación, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y demás ordenamientos legales aplicables;*

*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;*

*VII. El uso de residuos peligrosos, tratados o sin tratar, para recubrimiento de suelos, de conformidad con las normas oficiales mexicanas sin perjuicio de las facultades de la Secretaría y de otros organismos competentes;*

*VIII. La dilución de residuos peligrosos en cualquier medio, cuando no sea parte de un tratamiento autorizado, y*

*IX. La incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables; plaguicidas organoclorados; así como baterías y acumuladores usados que contengan metales tóxicos; siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental.*

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

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

*Artículo 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*

Consulta Pública

*remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.*

*Artículo 71.- No podrá transferirse la propiedad de sitios contaminados con residuos peligrosos, salvo autorización expresa de la Secretaría.*

*Las personas que transfieran a terceros los inmuebles que hubieran sido contaminados por materiales o residuos peligrosos, en virtud de las actividades que en ellos se realizaron, deberán informar de ello a quienes les transmitan la propiedad o posesión de dichos bienes.*

*Además de la remediación, quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio se harán acreedores a las sanciones penales y administrativas correspondientes.*

*Artículo 72.- Tratándose de contaminación de sitios con materiales o residuos peligrosos, por caso fortuito o fuerza mayor, las autoridades competentes impondrán las medidas de emergencia necesarias para hacer frente a la contingencia, a efecto de no poner en riesgo la salud o el medio ambiente.*

La gestión integral de los residuos que genere el proyecto se efectuará en apego a lo establecido por esta Ley, con el objetivo de garantizar su cumplimiento durante cada una de las etapas descritas en la presente Manifestación. Para lo cual, se diseñó el Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante el cual se establecen las acciones a seguir para la separación, almacenamiento, manejo y disposición de cada uno de los residuos generados.

Los resultados de la aplicación de dicho programa se reportarán mediante los Informes de Cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental.

### 3.7.9 Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (H. Congreso de la Unión 2006)

El Proyecto, se vincula directamente con lo referido en este Reglamento reformado el 31 de octubre de 2014 respecto a las modalidades de los planes de manejo para residuos peligrosos, en su elaboración y aplicación con la previa aprobación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para llevar a cabo una buena planeación en la gestión y manejo integral de estos residuos que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto, tal como se estipula a continuación:

*Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:*

*I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser:*

*a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, o*

*b) Mixtos, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.*

Consulta Pública

*II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución, podrán ser:*

*a) Individuales, aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, o*

*b) Colectivos, aquéllos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y el cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados.*

*III. Conforme a su ámbito de aplicación, podrán ser:*

*a) Nacionales, cuando se apliquen en todo el territorio nacional;*

*b) Regionales, cuando se apliquen en el territorio de dos o más estados o el Distrito Federal, o de dos o más municipios de un mismo estado o de distintos estados, y*

*c) Locales, cuando su aplicación sea en un solo estado, municipio o el Distrito Federal.*

*IV. Atendiendo a la corriente del residuo.*

*Artículo 20.- Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades. En este caso, sin perjuicio de lo pactado por las partes, dichos instrumentos podrán contener lo siguiente:*

*I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;*

*II. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos;*

*III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y*

*IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.*

*Artículo 21.- Para el cumplimiento del principio de valorización y aprovechamiento de los residuos a que se refiere la fracción II del artículo anterior, se podrá transmitir la propiedad de los mismos, a título oneroso o gratuito, para ser utilizados como insumo o materia prima en otro proceso productivo y podrán considerarse como subproductos cuando la transmisión de propiedad se encuentre documentada e incluida en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.*

*Los residuos podrán ser valorizados cuando se incorporen al proceso que los generó y ello sea incluido en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.*

*Artículo 24.- Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:*

Consulta Pública

*I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría, a través del sistema establecido para ese efecto, la siguiente información:*

*a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante, nombre de su representante legal;*

*b) Modalidad del plan de manejo;*

*c) Residuos peligrosos objeto del plan, especificando sus características físicas, químicas o biológicas y el volumen estimado de manejo;*

*d) Formas de manejo, y*

*e) Nombre, denominación o razón social de los responsables de la ejecución del plan de manejo.*

*Cuando se trate de un plan de manejo colectivo, los datos a que se refiere el inciso a) de la presente fracción corresponderán a los de la persona que se haya designado en el propio plan de manejo para tramitar su registro.*

*II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, como archivos de imagen u otros análogos, los siguientes documentos:*

*a) Identificación oficial o documento que acredite la personalidad del representante legal;*

*b) Documento que contenga el plan de manejo, y*

*c) Instrumentos que hubieren celebrado en términos de lo establecido en el artículo 20 de este Reglamento.*

*III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el plan de manejo correspondiente.*

*En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.*

*Si el interesado no cuenta con los medios electrónicos para solicitar el registro a que se refiere el presente artículo, podrá presentarse en las oficinas de la Secretaria para cumplir con su trámite.*

*El procedimiento previsto en el presente artículo aplicará también cuando los interesados pretendan modificar un plan de manejo registrado. En este caso, será necesario que indiquen solamente el número de registro que les fue asignado con anterioridad.*

*Artículo 27.- Podrán sujetarse a condiciones particulares de manejo los siguientes residuos peligrosos:*

*I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;*

Consulta Pública

*II. Los listados por fuente específica y no específica en la norma oficial mexicana correspondiente, siempre y cuando, como resultado de la modificación de procesos o de materia prima, cambien las características por las cuales fueron listados, y*

*III. Los que, conforme a dicha norma, se clasifiquen por tipo y se sujeten expresamente a dichas condiciones.*

*Artículo 28.- Los generadores de los residuos señalados en el artículo anterior podrán proponer a la Secretaría por escrito, las condiciones particulares de manejo por instalación, proceso o tipo de residuo.*

*Para este efecto, describirán en su propuesta el proceso, la corriente del residuo, su caracterización, la propuesta de manejo y los argumentos que justifiquen la condición particular.*

*La Secretaría dispondrá de treinta días hábiles para resolver sobre las condiciones particulares de manejo propuestas.*

*La aprobación o determinación de condiciones particulares de manejo no modifica o cancela la clasificación de un residuo como peligroso.*

*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:*

*a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y*

*b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y*

*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.*

*Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*

Consulta Pública

*Artículo 37.- La determinación de un residuo como peligroso, basada en el conocimiento empírico del generador, aplica para aquellos residuos derivados de procesos o de la mezcla de residuos peligrosos con cualquier otro material o residuo.*

*Si con base en el conocimiento empírico de su residuo, el generador determina que alguno de sus residuos no es peligroso, ello no lo exime del cumplimiento de las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*

*Artículo 38.- Aquellos materiales en unidades de almacenamiento de materia prima, intermedias y de producto terminado, así como las de proceso productivo, que son susceptibles de considerarse residuo peligroso, no se caracterizarán mientras permanezcan en ellas.*

*Cuando estos materiales no sean reintegrados a su proceso productivo y se desechen, deberán ser caracterizados y se considerará que el residuo peligroso ha sido generado y se encuentra sujeto a regulación.*

*Artículo 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.*

*Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.*

*Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.*

*Los residuos peligrosos que se encuentren mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente, deberán de caracterizase y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia. En la norma oficial mexicana se determinarán aquellos residuos que requieran otros requisitos de caracterización adicionales de acuerdo a su peligrosidad.*

*Los residuos peligrosos generados por las actividades de dragado para la construcción y el mantenimiento de puertos, dársenas, ríos, canales, presas y drenajes serán manejados de acuerdo a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.*

*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*

Consulta Pública

*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.*

*Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.*

*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;*

*II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y*

*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 caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.*

*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.*

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

Consulta Pública

*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*

*IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.*

*Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos.*

*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;*

Consulta Pública

*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...*

*Artículo 72.- Los grandes generadores de residuos peligrosos deberán presentar anualmente ante la Secretaría un informe mediante la Cédula de Operación Anual, en la cual proporcionarán:*

*I. La identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos;*

*II. El área de generación;*

*III. La cantidad o volumen anual generados, expresados en unidades de masa;*

*IV. Los datos del transportista, centro de acopio, tratador o sitio de disposición final;*

*V. El volumen o cantidad anual de residuos peligrosos transferidos, expresados en unidades de masa o volumen;*

*VI. Las condiciones particulares de manejo que en su caso le hubieren sido aprobadas por la Secretaría, describiendo la cantidad o volumen de los residuos manejados en esta modalidad y las actividades realizadas, y*

*VII. Tratándose de confinamiento se describirá, además; método de estabilización, celda de disposición y resultados del control de calidad.*

*En caso de que los grandes generadores hayan almacenado temporalmente los residuos peligrosos en el mismo lugar de su generación, informarán el tipo de almacenamiento, atendiendo a su aislamiento; las características del almacén, atendiendo al lugar, ventilación e iluminación; las formas de almacenamiento, atendiendo al tipo de contenedor empleado; la cantidad anual de residuos almacenada, expresada en unidades de masa y el periodo de almacenamiento, expresado en días.*

*La información presentada en los términos señalados no exime a los grandes generadores de residuos peligrosos de llenar otros apartados de la Cédula de Operación Anual, relativos a información que estén obligados a proporcionar a la Secretaría conforme a otras disposiciones jurídicas aplicables a las actividades que realizan.*

*En caso de que los generadores de residuos peligrosos no estén obligados por otras disposiciones jurídicas a proporcionar una información distinta a la descrita en el*

Consulta Pública

*presente artículo, únicamente llenarán el apartado de la Cédula de Operación Anual que corresponde al tema de residuos peligrosos.*

*Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, quienes también presentarán dichos informes conforme al procedimiento previsto en el siguiente artículo.*

*Cuando el generador que reporta sea subcontratado por otra persona, indicará en la cédula la cantidad de residuos peligrosos generados, la actividad para la que fue contratado por la que se generen los residuos peligrosos y el lugar de generación.*

*Artículo 73.- La presentación de informes a través de la Cédula de Operación Anual se sujetará al siguiente procedimiento:*

*I. Se realizará dentro del periodo comprendido entre el 1 de enero al 30 de abril de cada año, debiendo reportarse la información relativa al periodo del 1 de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior;*

*II. Se presentarán en formato impreso, electrónico o (sic) través del portal electrónico de la Secretaría o de sus Delegaciones Federales. La Secretaría pondrá a disposición de los interesados los formatos a que se refiere la presente fracción para su libre reproducción;*

*III. La Secretaría contará con un plazo de veinte días hábiles, contados a partir de la recepción de la Cédula de Operación Anual, para revisar que la información contenida se encuentre debidamente requisitada y, en su caso, por única vez, podrá requerir al generador para que complemente, rectifique, aclare o confirme dicha información, dentro de un plazo que no excederá de quince días hábiles contados a partir de su notificación;*

*IV. Desahogado el requerimiento, se tendrá por presentada la Cedula de Operación Anual y, en consecuencia, por rendido el informe, y*

*V. En caso de que el generador no desahogue el requerimiento a que se refiere la fracción anterior, se tendrá por no presentada la Cédula de Operación Anual y, en consecuencia, por no rendido el informe a que se refiere el artículo 46 de la Ley.*

*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;*

Consulta Pública

*III. El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante cinco años, contados a partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final, y*

*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:*

*a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;*

*b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;*

*c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;*

*d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;*

*e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;*

*f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;*

*g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;*

*h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y*

*i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.*

*II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:*

*a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;*

*b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;*

Consulta Pública

*c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;*

*d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y*

*e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.*

*III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:*

*a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,*

*b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;*

*c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y*

*d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.*

*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.*

*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.*

*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.*

*Artículo 154.- La Secretaría, por conducto de la Procuraduría, realizará los actos de inspección y vigilancia a que se refiere el artículo 101 de la Ley, así como los relativos al cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento y las que del mismo se deriven, e impondrá las medidas de seguridad, correctivas o de urgente aplicación y sanciones que resulten procedentes.*

*La Procuraduría podrá realizar verificaciones documentales para confrontar la información contenida en los planes de manejo, las autorizaciones expedidas por la Secretaría y los informes anuales que rindan los generadores y los prestadores de*

Consulta Pública

*servicios de manejo de residuos peligrosos, para tal fin, revisará la información que obre en los archivos de la Secretaría.*

*Así mismo, podrá solicitar en cualquier momento la información referente a los balances de residuos peligrosos para su cotejo con la información presentada por el generador, la empresa prestadora de servicios a terceros, el transportista o el destinatario, con el propósito de comprobar que se realiza un adecuado manejo de los residuos peligrosos.*

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se dará cabal cumplimiento a las disposiciones de la normatividad en materia de manejo de residuos anteriormente referidos, mediante la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental, y el Programa Específico de Manejo Integral de Residuos, contemplando posteriormente, aquellas acciones de gestión ambiental aplicables durante su operación.

De acuerdo con los parámetros de diseño del proyecto, se ha determinado que la generación de residuos peligrosos durante las distintas etapas, corresponderá a un volumen de pequeño generador, por lo que se considerará su manejo de acuerdo con los lineamientos para este tipo de clasificación, incluyendo su separación adecuada, en conjunto con los residuos de manejo especial y sólidos urbanos que, a su vez, se generen durante el desarrollo y operación del proyecto, los cuales serán manejados y dispuestos de acuerdo con los lineamientos de los estatutos locales vigentes en la materia y que resulten aplicables.

### 3.7.10 Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad; la Ley de la Empresa Pública del Estado, Petróleos Mexicanos; la Ley Del Sector Eléctrico; la Ley Del Sector Hidrocarburos; la Ley de Planeación y Transición Energética; la Ley de Biocombustibles; la Ley De Geotermia y, la Ley de la Comisión Nacional de Energía; Se Reforman Diversas Disposiciones de la Ley del Fondo Mexicano del Petróleo Para la Estabilización y el Desarrollo y, se Reforman, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. (Poder Legislativo 2025)

Esta Ley, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 18 de marzo de 2025, tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica; su finalidad es promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes.

El Proyecto se vincula estrechamente con la Ley Reglamentaria de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), específicamente con lo establecido en los artículos 1, 3 y 8, cuyo propósito fundamental es garantizar la justicia energética, el desarrollo sustentable y la prestación continua, accesible, segura y confiable del servicio público de electricidad en México. En este contexto, el Proyecto contribuye directamente a estos objetivos mediante la generación sustentable de energía eléctrica, alineándose con el desarrollo sostenible que promueve la CFE, así como su responsabilidad social y ambiental.

Consulta Pública

De manera específica, el Proyecto se apega a lo descrito en el Artículo 1, ya que su operación se fundamenta en los principios de sustentabilidad y transparencia que regulan el funcionamiento y evaluación de las actividades relacionadas con la generación de energía. Asimismo, responde claramente a los objetivos señalados en el Artículo 3, contribuyendo activamente al desarrollo sustentable del sector energético, garantizando la accesibilidad y fiabilidad del suministro eléctrico para beneficio del pueblo mexicano.

Respecto al Artículo 8, el Proyecto, por la naturaleza de sus actividades, específicamente la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, se alinea directamente con las actividades mencionadas en las fracciones I y II, relacionadas con la generación y comercialización de energía eléctrica.

> *Artículo 1.- La presente Ley es Reglamentaria de los artículos 25, párrafo quinto, 27, párrafo sexto y 28, párrafo cuarto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; es de interés público y tiene por objeto regular la organización, administración, funcionamiento, operación, control, evaluación y rendición de cuentas de la Comisión Federal de Electricidad, como empresa pública del Estado, así como establecer su régimen especial. Artículo 3.- La Comisión Federal de Electricidad tiene como objeto procurar la justicia energética para el pueblo de los Estados Unidos Mexicanos y el desarrollo sustentable de las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución, comercialización y suministro de electricidad, así como contribuir en la provisión del servicio de Internet y telecomunicaciones con el Estado Mexicano.*
>
> *Cuya esencia es cumplir con su responsabilidad social y garantizar la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del servicio público de electricidad.*
>
> *Artículo 8.- La Comisión Federal de Electricidad presta de manera directa el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica. Asimismo, puede llevar a cabo las actividades siguientes:*
>
> *I. La generación y comercialización de energía eléctrica y productos asociados, incluyendo la importación y exportación de éstos, de acuerdo con la Ley del Sector Eléctrico;*
>
> *II. Salvaguardar el acceso al servicio público de energía eléctrica a través de la generación, transmisión, distribución, comercialización, suministro eléctrico, la proveeduría de insumos primarios para la industria eléctrica, así como las actividades auxiliares y conexas de la misma;*

El Proyecto se vincula estrechamente con los objetivos y criterios establecidos en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de San Miguel de Allende 2045, cuyo objetivo general es regular el crecimiento urbano, promover la sustentabilidad ambiental y consolidar un municipio competitivo, resiliente y con planeación territorial equilibrada.

Aunque el Proyecto no se encuentra dentro de un área urbana o de expansión inmediata, se localiza dentro del territorio municipal y mantiene coherencia plena con las directrices

Consulta Pública

del Programa, particularmente en lo referente a la planeación sustentable, el uso racional del suelo y la protección de los recursos naturales.

El Proyecto requerirá cambio de uso de suelo en terrenos forestales, motivo por el cual, posteriormente, se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) correspondiente, en el cual se implementará el Programa de Restauración y se realizará el pago al Fondo Forestal Mexicano, conforme a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

De manera paralela, esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional evalúa los efectos potenciales de las actividades previstas y define la aplicación de programas ambientales preventivos y correctivos, entre los que destacan: el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Manejo Integral de Residuos y el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, garantizando así que las actividades del Proyecto se ejecuten bajo un enfoque de aprovechamiento sustentable y protección de los ecosistemas.

El uso de suelo actual del predio se encuentra clasificado, según la Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI (2018), como agricultura de temporal; sin embargo, los terrenos presentan abandono y vegetación secundaria derivada de actividades agrícolas y ganaderas previas, razón por la cual fueron seleccionados para el desarrollo del Proyecto, minimizando así la afectación a ecosistemas primarios.

En este contexto, el Proyecto se alinea con las estrategias de desarrollo sustentable planteadas en el Programa Municipal, promoviendo el uso de tecnologías limpias, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la protección de los recursos naturales. Asimismo, se observa congruencia con las estrategias transversales del PMDUOT 2045, particularmente con la Estrategia ET-3, orientada al aprovechamiento energético sustentable y al uso eficiente de los recursos hídricos, fortaleciendo la resiliencia ambiental y económica del municipio.

Por otro lado, el Proyecto se vincula con los principios establecidos en las Leyes del Sector Energético publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2025, entre ellas la Ley de la Empresa Pública del Estado Comisión Federal de Electricidad, la Ley de la Empresa Pública del Estado Petróleos Mexicanos, la Ley del Sector Eléctrico, la Ley de Planeación y Transición Energética, la Ley de Biocombustibles, la Ley de Geotermia y la Ley de la Comisión Nacional de Energía, además de las reformas a la Ley del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo y la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

Estas disposiciones establecen los principios de desempeño ambiental, sostenibilidad social y seguridad laboral aplicables a los proyectos energéticos. En cumplimiento de tales lineamientos, el Proyecto adopta prácticas de eficiencia energética, reducción de emisiones, conservación ecológica y protección de la biodiversidad, promoviendo además la creación de empleos y el bienestar de la población local, en coherencia con las políticas públicas de desarrollo sustentable del municipio y del estado de Guanajuato.

Consulta Pública

*Artículo 114.- La Comisión Federal de Electricidad y, en su caso, sus empresas filiales deben elaborar un programa para reducir el impacto ambiental de sus actividades y orientar sus esfuerzos hacia un desempeño más eficiente de sus operaciones en el que se debe procurar:*

*I. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mediante el uso de fuentes de energía renovables y de energías limpias en el desarrollo de sus actividades empresariales, económicas, industriales y comerciales en términos de su objeto;*

*II. La transición hacia una economía baja en carbono y el cumplimiento de los acuerdos internacionales de los que México es parte, y*

*III. El monitoreo de su progreso y realizar las medidas necesarias para su cumplimiento.*

*Artículo 115.- La Comisión Federal de Electricidad y sus empresas filiales deben contribuir al desarrollo sostenible y al bienestar social de las comunidades en las que realicen sus actividades, operaciones o servicios necesarios para el cumplimiento de su objeto, mediante acciones de responsabilidad social y estrategias de vinculación con las comunidades y autoridades estatales y municipales.*

*Artículo 116.- La Comisión Federal de Electricidad y sus empresas filiales deben procurar ambientes laborales seguros, sanos y justos, y condiciones de trabajo que propicien la integridad del personal, promuevan la productividad y refuercen el compromiso de sus trabajadores con la seguridad, la salud en el trabajo, la protección ambiental, el desarrollo sustentable y perspectiva de género.*

#### *3.7.10.1 Ley Del Sector Eléctrico*

En el marco legal de México se reconoce al aprovechamiento de la radiación solar como energía limpia, de conformidad con lo especificado en la fracción XXII del artículo 3° de esta Ley, que a la letra indica:

*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:*

*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*

Consulta Pública

*VIII. Procurar la reducción de emisiones contaminantes, favorecer la descarbonización del sector eléctrico y el cumplimiento de los compromisos internacionales en estas materias.*

*Artículo 3.- Para los efectos de esta Ley, se entiende por: 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: a) El viento;*

*b) La radiación solar, en todas sus formas;*

Cabe señalar que el proyecto, al entrar en la categoría de Energía Limpia tal como lo expresa la definición previamente indicada y al ser un proyecto para la generación de energía eléctrica, su desarrollo está sujeto directamente a la elaboración y presentación de un Estudio de Impacto Social (*Manifestación de Impacto Social del Sector Energético)*, mismo que será elaborado bajo los lineamientos establecidos por la Secretaría de Energía (SENER), previendo su presentación a esta autoridad, en tiempo y forma para ser sometido a su respectiva evaluación con el fin de obtener la autorización correspondiente, tal como se indica en los siguientes artículos:

*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.*

*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*

Consulta Pública

*modalidades de las manifestaciones de impacto social, así como el pago del derecho o aprovechamiento correspondiente conforme a la normatividad aplicable.*

Además, esta Ley establece las obligaciones y procesos de cumplimiento necesario para la acreditación del Certificado de Energía Limpia, misma que ha sido considerada durante la planeación del proyecto y que se realizará de acuerdo con lo establecido en la materia para la etapa de operación del proyecto.

*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*

*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.*

*Artículo 142.- La Secretaría debe implementar mecanismos que permitan la diversificación de fuentes de energía, la transición energética, autosuficiencia energética, seguridad energética y la promoción de fuentes de Energías Limpias. La Secretaría debe establecer instrumentos para medir y evaluar la descarbonización y la transición energética del sector eléctrico e instrumentar los demás mecanismos*

Consulta Pública

*que se requieran para dar cumplimiento a la política en la materia, y puede celebrar convenios que permitan su homologación con los instrumentos correspondientes de otras jurisdicciones.*

*Artículo 143.- Los requisitos para adquirir Certificados de Energías Limpias se deben establecer como una proporción del total de la Energía Eléctrica consumida en los Centros de Carga de acuerdo con la planeación vinculante y la Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional.*

*El otorgamiento de los Certificados de Energías Limpias a Centrales Eléctricas no depende ni de la propiedad, ni de la fecha de inicio de operación comercial de las mismas. Artículo 144.- Las Suministradoras, los Usuarios Calificados Participantes del Mercado y las Usuarias Finales que se suministren por autoconsumo, sean de carácter público o particular, están sujetos al cumplimiento de las obligaciones para la transición energética y descarbonización en los términos establecidos en esta Ley, la Ley de Planeación y Transición Energética y la regulación que al efecto emita la Secretaría.*

*Artículo 145.- En el primer cuatrimestre de cada año calendario, la Secretaría debe establecer los requisitos para la adquisición de Certificados de Energías Limpias a ser cumplidos durante los tres años posteriores a la emisión de dichos requisitos, pudiendo establecer requisitos para años adicionales posteriores. Estos requisitos se pueden revisar y ajustar de acuerdo con el avance en los objetivos de transición energética y con la planeación vinculante del Sistema Eléctrico Nacional.*

*Artículo 146.- La regulación aplicable debe permitir que estos certificados sean negociables, debe fomentar la celebración de Contratos de Cobertura Eléctrica a largo plazo que incluyan Certificados de Energías Limpias y puede permitir el traslado de certificados excedentes o faltantes entre periodos y establecer cobros por realizar dicho traslado a fin de promover la estabilidad de precios. Los Certificados de Energía Limpia tienen una vigencia de 30 meses a partir de la fecha de su otorgamiento.*

*A su vez, la regulación debe permitir la adquisición, circulación y compraventa de los Certificados de Energías Limpias y los Contratos de Cobertura Eléctrica relativos a ellos, por personas que no sean Participantes de Mercado.*

Por lo anterior, se considera que el proyecto resulta vinculante con esta Ley, ya que se tiene considerada la elaboración de un Estudio de Impacto Social (*Manifestación de Impacto Social del Sector Energético)* previo a su desarrollo y que será sometido a evaluación.

*Transitorios*

*Primero. La presente Ley entra en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.*

*Segundo. Se abroga la Ley de la Industria Eléctrica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014 y demás disposiciones que se opongan al presente Decreto. Décimo Segundo. La Evaluación de Impacto Social continúa*

Consulta Pública

*vigente hasta en tanto no se emitan las disposiciones administrativas generales correspondientes a la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético.*

El Proyecto se encuentra plenamente alineado con lo establecido en los artículos transitorios del Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación, particularmente en relación con su vigencia y disposiciones específicas para el sector energético.

De conformidad con el Artículo Primero Transitorio, el Proyecto observa que la Ley entró en vigor al día siguiente de su publicación oficial, asegurando desde entonces el cumplimiento de todas las disposiciones correspondientes.

Asimismo, en atención al Artículo Segundo Transitorio, el Proyecto reconoce la abrogación de la Ley de la Industria Eléctrica publicada el 11 de agosto de 2014, así como cualquier otra disposición normativa que pudiera contravenir lo dispuesto por el actual Decreto. Por tanto, todas las actividades y procedimientos asociados al Proyecto se ajustan estrictamente al nuevo marco regulatorio vigente.

Finalmente, en concordancia con el Artículo Décimo Segundo Transitorio, el Proyecto cumple con lo establecido respecto a la Evaluación de Impacto Social (*Manifestación de Impacto Social del Sector Energético)*, la cual permanece vigente y se seguirá aplicando en tanto se expidan las disposiciones administrativas generales relativas a la Manifestación de Impacto Social específica para el Sector Energético. De esta manera, el Proyecto garantiza no solo el apego normativo, sino también la adecuada gestión y consideración de aspectos sociales fundamentales derivados de su implementación y operación.

#### *3.7.10.2 Ley De Planeación Y Transición Energética*

Esta Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, además de estipular las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, a los que estará sujeto el Proyecto.

Esta Ley considera en su artículo 2°, los siguientes alcances:

*Artículo 2.- La Secretaría de Energía está a cargo de la planeación vinculante en el Sector Energético, que incluye, como parte esencial, el desarrollo de las áreas estratégicas para preservar la soberanía, la seguridad, la autosuficiencia y la Justicia Energética de la Nación; así como la prestación de servicios públicos para garantizar la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, de acuerdo con los objetivos siguientes:*

*I. Garantizar que la planeación vinculante permita la prevalencia de la Comisión Federal de Electricidad en las actividades del sector eléctrico, toda vez que esta es la garante de la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del servicio público de electricidad y del Sistema Eléctrico Nacional;*

*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;*

Consulta Pública

*IV. Establecer y regular las obligaciones de los participantes del Sector Energético para la Transición Energética, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, las Energías Limpias y la Eficiencia Energética para el Sector Energético;*

*V. Establecer y regular los instrumentos de planeación del Sector Energético y de información energética;*

*VI. Establecer y regular las obligaciones y los instrumentos para incentivar la innovación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en el Sector Energético;*

*VII. Promover las Energías Limpias, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía incluyendo la Eficiencia Energética en los sectores productivos y de uso final de la energía, y la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como de contaminantes del Sector Energético. Para este fin, la Secretaría puede crear mecanismos de financiamiento en programas y proyectos de interés público;*

*VIII. Promover la Justicia Energética con mecanismos eficientes y sustentables para reducir la Pobreza Energética y dotar de infraestructura a la población para satisfacer las necesidades energéticas básicas entre las que se incluyen el calentamiento de agua, la cocción de alimentos, la refrigeración, la iluminación, entre otros;*

*IX. Promover la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía entre los sectores económicos del país, manteniendo y promoviendo la competitividad de los sectores productivos en los sectores de consumo final, así como en toda la cadena de producción de energía, incluyendo su transformación;*

*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 ésta, y*

*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.*

En su artículo 3°, la Ley define a las Energías Limpia y a las Energías Renovables de la siguiente manera:

*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;*

Consulta Pública

*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;*

Tal como se expresó con anterioridad, el proyecto contará con la correspondiente Evaluación de Impacto Social (*Manifestación de Impacto Social del Sector Energético)* por lo que se vincula directamente con el Capítulo V.

*Artículo 60.- Con el objetivo de fomentar el crecimiento de Energías Limpias a que se refiere la presente Ley y en los términos establecidos en la Ley del Sector Eléctrico, la Secretaría establece criterios para reconocer a los generadores de Energía Limpia y para otorgar los Certificados de Energías Limpias. La Secretaría debe emitir las disposiciones correspondientes.*

*Con el fin de visibilizar la necesidad de respaldo de energía fósil en la operación de las energías limpias dentro del Sistema Eléctrico Nacional, las disposiciones referidas en el párrafo anterior deben considerar el nivel de emisiones reales de cada tecnología y de cada permisionario. La metodología que la Comisión Nacional de Energía emita al respecto debe considerar el uso de respaldo y de servicios conexos y adicionales indispensables para la operación de las Energías Limpias en el Sistema Eléctrico Nacional, proporcionados por las Energías Fósiles y debe considerar los datos de operación anuales del Sistema Eléctrico Nacional que proporcione el Centro Nacional de Control de la Energía.*

*Artículo 61.- La Comisión Nacional de Energía debe mantener un registro público de Certificados de Energías Limpias, el cual debe tener el matriculado de cada certificado, así como la información correspondiente a su fecha de emisión e historial de propietarios.*

*Artículo 62.- El funcionamiento del registro debe permitir a los particulares la realización de los actos jurídicos necesarios para su compra, venta, otorgamiento en garantía o cualquier otra operación que involucre real, virtual o jurídicamente el traslado de su propiedad.*

*Artículo 63.- El registro debe contener los asientos y anotaciones registrales relativos a los certificados inscritos conforme a los artículos 61 y 62 de esta Ley.*

*Artículo 64.- El registro se debe llevar mediante la asignación de folios electrónicos por solicitante en los que deben constar los asientos relativos a la inscripción, suspensión, cancelación y demás actos de carácter registral, relativos a la persona solicitante y al producto, equipo o edificación o ambos objeto de la certificación.*

Consulta Pública

*Artículo 65.- La Comisión Nacional de Energía puede efectuar rectificaciones a los registros y anotaciones por causas de error, ya sea de oficio o a petición de parte interesada.*

*Los errores materiales deben corregirse con un nuevo asiento registral sin eliminar del Registro el asiento que contenga el error.*

*Artículo 66.- La Comisión Nacional de Energía debe emitir o actualizar las disposiciones relacionadas con la operación del registro de certificados.*

Además, para el proceso de obtención del Certificado, se considerará lo estipulado en los artículos transitorios de esta Ley, aplicables a dicho proceso:

*Transitorios*

*Primero.- La presente Ley entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.*

*Segundo.- Se abroga la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero de 2008 y se derogan todas aquellas disposiciones que se opongan a lo dispuesto en la presente Ley.*

Conclusión:

En concordancia con la Ley de Planeación y Transición Energética, el Proyecto se ajustará plenamente a todas las disposiciones establecidas, ya que promueve el aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso de Energías Limpias, específicamente energía renovable proveniente de la radiación solar. De igual forma, cumplirá con las obligaciones relativas a la reducción de emisiones contaminantes y participará activamente en los mecanismos y procedimientos indicados por la Secretaría de Energía, incluyendo la obtención y registro de Certificados de Energías Limpias. De esta manera, no se contraviene en ningún aspecto lo establecido en esta legislación, asegurando que el Proyecto contribuya eficazmente a los objetivos nacionales de transición energética y sustentabilidad.

### 3.7.11 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (Gobierno de México 2025)

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 del Ejecutivo Federal, es un documento de trabajo que rige la programación y presupuesto de toda la Administración Pública Federal y en el cual, se determinan los retos y oportunidades que enfrenta el país con base a una reflexión acerca de las fuentes del desarrollo, articulando la estrategia gubernamental para alcanzar las Metas Nacionales, definidas en él.

Así, el Plan expone la ruta que el Gobierno de la República se ha trazado para contribuir, de manera más eficaz, a que todos juntos podamos lograr que México alcance su máximo potencial.

Para lograr lo anterior, el PND se estructuró de la siguiente manera:

Ejes Generales

- Gobernanza con justicia y participación ciudadana
- Desarrollo con bienestar y humanismo

Consulta Publica

- Economía moral y trabajo
- Desarrollo sustentable

El Proyecto respalda los ejes generales del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, articulando principios de gobernanza inclusiva, bienestar social, ética económica y sostenibilidad ambiental. Este proyecto es un ejemplo de cómo la transición hacia energías limpias puede ser un motor de cambio positivo para el desarrollo del país, fomentando tanto el progreso económico como la justicia social y el respeto por el medio ambiente.

La gobernanza inclusiva se refleja en el compromiso del Proyecto con la participación activa de comunidades locales y autoridades. Desde la planificación hasta la operación, se prioriza la transparencia, la consulta y el respeto por las necesidades locales, asegurando que las decisiones sean representativas y justas. Además, el proyecto fomenta la cohesión social al promover espacios de diálogo y colaboración entre distintos sectores.

En términos de desarrollo con bienestar y humanismo, el parque genera empleos dignos y fomenta la inclusión social, proporcionando oportunidades para comunidades y promoviendo condiciones laborales justas. Este enfoque prioriza el bienestar humano al considerar los impactos sociales y económicos a largo plazo, asegurando que los beneficios del proyecto sean ampliamente distribuidos.

Desde una perspectiva de economía moral, el proyecto opera bajo principios éticos, buscando maximizar el impacto positivo para la sociedad y minimizar los impactos ambientales. La generación de energía renovable no solo representa una oportunidad económica, sino también un compromiso con un modelo de desarrollo más equitativo y sostenible, basado en el uso responsable de los recursos naturales.

Finalmente, el Proyecto tiene un impacto directo en el eje de desarrollo sustentable, al ofrecer una alternativa viable para la mitigación del cambio climático. Este proyecto reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar fuentes de energía convencionales con energía solar limpia. Además, incluye programas de conservación de suelo y agua, y manejo adecuado de residuos, asegurando que el entorno natural no solo sea preservado, sino mejorado.

En su conjunto, el Proyecto no solo satisface las demandas energéticas de manera limpia y eficiente, sino que también contribuye a un modelo de desarrollo integral que prioriza el bienestar humano, la equidad social y la sostenibilidad ambiental. Este proyecto demuestra cómo los principios del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 pueden integrarse en soluciones prácticas que beneficien tanto a la sociedad como al planeta.

A continuación, se describen en particular los cuatro ejes generales:

**1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana**

- República democrática, justa, honesta, libre, participativa y responsable
- Republica segura y con justicia

El Proyecto se alinea con el eje de Gobernanza con Justicia y Participación Ciudadana del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, fortaleciendo una república democrática, justa, honesta, libre, participativa y responsable, al tiempo que contribuye a una república segura

Consulta Pública

y con justicia. Esta vinculación se establece a través de los siguientes compromisos y acciones concretas:

**1. República Democrática, Justa, Honesta, Libre, Participativa y Responsable**

Participación Ciudadana Activa:

El desarrollo del Proyecto incluye procesos participativos con las comunidades locales, desde la fase de planificación hasta la operación.

Transparencia y Rendición de Cuentas:

El proyecto se compromete a operar bajo principios de honestidad y transparencia, proporcionando información clara y accesible sobre sus objetivos, impactos y beneficios.

Generación de oportunidades:

El parque genera oportunidades de capacitación y empleo local, promoviendo el desarrollo de habilidades relacionadas con tecnologías limpias y la gestión ambiental. Esto no solo genera beneficios económicos directos, sino que también fortalece la autonomía y resiliencia de las comunidades participantes.

**2. República Segura y con Justicia**

Promoción de un Entorno Seguro:

El Proyecto implementa un Programa de Vigilancia Ambiental y medidas de seguridad integral para garantizar un entorno seguro tanto para los trabajadores como para la biodiversidad que se encuentre en el área del Proyecto. Este programa incluye la prevención de prácticas ilícitas como el tráfico de especies y la degradación ambiental, promoviendo un ambiente de legalidad y respeto.

Justicia Ambiental y Social:

El proyecto asegura un acceso equitativo a los beneficios generados, como empleos, infraestructura mejorada y energía limpia. Además, prioriza la protección de los derechos de las comunidades locales, especialmente en lo relacionado con el uso de los recursos naturales.

Contribución a la Justicia Climática:

Al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la generación de energía limpia, el Proyecto aborda el desafío global del cambio climático, contribuyendo a la justicia climática. Este enfoque beneficia especialmente a las comunidades más vulnerables, que suelen ser las más afectadas por los impactos del cambio climático.

**Conclusión:**

El Proyecto se posiciona como un proyecto que no solo genera energía limpia, sino que también fortalece los valores de gobernanza democrática y justicia social. Al involucrar activamente a las comunidades, operar de manera transparente y promover la seguridad y justicia ambiental, el proyecto refleja un compromiso profundo con los principios de participación ciudadana, equidad y sostenibilidad que definen una república moderna y justa.

Consulta Pública

## 2. Desarrollo con bienestar y humanismo

- República fraterna
- República educadora, humanística, y científica.
- República cultural y lectora
- República sana
- República con acceso a la vivienda
- República de y para las mujeres

El Proyecto se alinea con el eje de Desarrollo con Bienestar y Humanismo del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, promoviendo un modelo integral de desarrollo que prioriza el bienestar social, la igualdad, y la sostenibilidad ambiental. A continuación, se presenta cómo el proyecto contribuye a cada uno de los subtemas que conforman este eje:

### República Fraterna

El Proyecto fomenta la colaboración entre las comunidades locales, las autoridades y los desarrolladores del proyecto. Se prioriza la participación ciudadana y se generan oportunidades para el beneficio colectivo, asegurando que los impactos positivos del proyecto sean compartidos de manera equitativa. Además, se busca fortalecer el tejido social mediante la generación de empleos y el apoyo a iniciativas comunitarias relacionadas con el medio ambiente.

### República Educadora, Humanística y Científica

El proyecto incorpora un enfoque educativo al integrar programas de capacitación sobre energías renovables y sostenibilidad, dirigidos al personal. Estos esfuerzos no solo fortalecen las capacidades técnicas, sino que también promueven una cultura de respeto por el medio ambiente. Adicionalmente, el parque se convierte en un espacio de aprendizaje práctico, donde estudiantes y académicos pueden investigar y desarrollar conocimientos sobre tecnologías limpias y su implementación.

### República Cultural y Lectora

El Proyecto puede servir como un modelo inspirador para proyectos educativos y culturales que promuevan la importancia de la transición energética. Esto contribuirá a una ciudadanía más informada y consciente de su papel en la sostenibilidad.

### República Sana

El impacto positivo del Proyecto en la calidad del aire y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero tiene un efecto directo en la salud de las comunidades cercanas. Al optar por una fuente de energía limpia, se disminuyen los contaminantes que afectan la salud respiratoria y cardiovascular de las personas. Además, el proyecto incluye programas de manejo integral de residuos para evitar impactos negativos en el entorno natural, contribuyendo a un ambiente más saludable.

Consulta Pública

### República con Acceso a la Vivienda

Si bien el parque no está directamente vinculado con la construcción de viviendas, la generación de energía renovable a través del parque contribuye a reducir los costos energéticos en el largo plazo, lo que beneficia indirectamente a las familias.

### República de y para las Mujeres

El Proyecto promueve la igualdad de género al garantizar oportunidades laborales inclusivas, priorizando la participación de mujeres en roles dentro del proyecto.

### Conclusión:

El Proyecto no solo genera energía limpia, sino que también contribuye al desarrollo integral de las comunidades, alineándose con el eje de Desarrollo con Bienestar y Humanismo. A través de su enfoque en la educación, la inclusión social, la salud, y el respeto por el medio ambiente, el proyecto se convierte en un modelo de cómo la transición energética puede impulsar una sociedad más equitativa, saludable y solidaria.

## 3. Economía moral y trabajo

- República con trabajo y salario justo
- República rural justa y soberana
- República próspera y conectada

El Proyecto se vincula estrechamente con el eje de Economía Moral y Trabajo del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, contribuyendo a construir una sociedad más equitativa, productiva y sostenible mediante acciones concretas que integran los principios de justicia laboral, desarrollo rural y conectividad económica. A continuación, se detalla cómo el proyecto aborda cada uno de los subtemas de este eje:

### República con Trabajo y Salario Justo

El Proyecto genera empleos directos e indirectos durante las etapas de planeación, construcción y operación, priorizando la contratación de trabajadores locales para fortalecer la economía regional. Las condiciones laborales estarán diseñadas para garantizar:

Salarios justos y competitivos, alineados con la normativa laboral vigente.

Seguridad laboral mediante capacitaciones constantes y protocolos adecuados.

Igualdad de oportunidades, promoviendo la inclusión de mujeres en la fuerza laboral. Estas acciones reflejan el compromiso del proyecto con una economía que valora el trabajo como motor del bienestar social.

### República Rural Justa y Soberana

El Proyecto se desarrolla en terrenos rurales previamente utilizados para actividades agrícolas, abandonados, lo que respeta la soberanía del entorno rural y su vocación productiva. A través de programas específicos, como el Programa de Conservación de Suelo y Agua, se garantiza:

La regeneración de la tierra mediante el crecimiento de vegetación nativa bajo los paneles solares, lo que fomenta su recuperación natural y mejora su capacidad productiva futura.

Consulta Pública

La inclusión de comunidades rurales en actividades vinculadas al proyecto, como el mantenimiento de las instalaciones y programas de monitoreo ambiental.

El fortalecimiento de la economía local mediante acuerdos con proveedores y contratistas de la región, impulsando un desarrollo justo y equitativo en las zonas rurales.

### República Próspera y Conectada

El Proyecto contribuye a una economía próspera al generar energía limpia y asequible, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y promoviendo la transición hacia fuentes renovables. Este modelo de conectividad económica asegura:

La atracción de inversiones privadas al sector energético renovable, incentivando el desarrollo económico en áreas rurales y urbanas.

La creación de sinergias entre comunidades, instituciones académicas y el sector privado para fomentar la capacitación técnica y la transferencia de conocimientos en tecnologías limpias.

**Conclusión:**

El Proyecto se alinea perfectamente con el eje de Economía Moral y Trabajo, promoviendo trabajo digno, justicia rural y conectividad económica. Este proyecto no solo satisface las demandas energéticas de manera sostenible, sino que también impulsa un modelo económico y social que prioriza el bienestar de las personas y el cuidado del medio ambiente. Al integrar estos principios, el Proyecto se convierte en un ejemplo tangible de cómo la economía moral puede transformar positivamente a México.

## 4. Desarrollo sustentable

- República soberana y con energía sustentable
- República con derecho al agua
- República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales

El Proyecto se alinea plenamente con el eje de Desarrollo Sustentable del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, particularmente en los subtemas de soberanía energética, derecho al agua y protección del medio ambiente y los recursos naturales. Este proyecto constituye una solución innovadora que impulsa la transición hacia un modelo energético limpio, garantiza el uso responsable de los recursos naturales y contribuye a la sostenibilidad ambiental y social. A continuación, se describe su vinculación con cada subtema:

### República soberana y con energía sustentable

El Proyecto promueve la independencia energética del país al diversificar la matriz energética con fuentes renovables. Al generar electricidad a partir del sol, reduce la dependencia de combustibles fósiles importados, fortalece la seguridad energética nacional y contribuye a la mitigación del cambio climático. Además, el proyecto apoya el desarrollo de tecnologías limpias y fomenta la creación de empleos en sectores relacionados con la energía sustentable, fortaleciendo la economía local y nacional.

Consulta Pública

### República con derecho al agua

El proyecto incorpora un enfoque integral para el uso responsable del agua, priorizando su conservación y evitando impactos negativos en los recursos hídricos. No se realizan actividades que impliquen un consumo intensivo de agua, y se implementa un Programa de Conservación de Suelo y Agua que fomenta la infiltración natural al suelo y evita la erosión. Adicionalmente, al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, el Proyecto ayuda a mitigar el cambio climático, que es una de las principales amenazas para la disponibilidad y calidad del agua en el país.

### República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales

El Proyecto es un ejemplo tangible de cómo el desarrollo económico puede coexistir con la protección ambiental. Desde su planificación, se eligió un terreno agrícola previamente impactado, evitando la necesidad de un cambio de uso de suelo y minimizando los impactos sobre ecosistemas naturales. Además, el proyecto incluye programas específicos como: Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre, para proteger la biodiversidad del área. Programa de Manejo Integral de Residuos, para asegurar la correcta gestión de los residuos generados durante su construcción y operación. Programa de Conservación de Suelo y Agua, que garantiza la sostenibilidad del terreno y la recuperación de su fertilidad. Estos esfuerzos demuestran el compromiso del proyecto con la preservación de los recursos naturales, la mejora de los servicios ecosistémicos y la restauración del medio ambiente.

**Conclusión:**

El Proyecto se posiciona como un modelo de desarrollo sustentable al promover una soberanía energética con fuentes limpias, garantizar el derecho al agua mediante un uso responsable y proteger el medio ambiente y sus recursos naturales. Este proyecto contribuye directamente a los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, al tiempo que sienta las bases para un futuro más equitativo, resiliente y sostenible.

### 3.7.12 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Guanajuato 2040 .(Gobierno del Estado de Guanajuato 2024)

El Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040 (PED 2040) es el instrumento en el que los diferentes sectores de la sociedad acuerdan los objetivos, estrategias y Proyectos para el desarrollo de la entidad con una visión de largo plazo. El PED 2040 sintetiza los requerimientos de nuestro estado para los próximos años y establece los caminos que debemos recorrer para poder edificar la sociedad justa, democrática, incluyente, desarrollada y armónica que todos queremos.

Consulta Pública

| Línea estratégica | Objetivo | Vinculación |
|---|---|---|
| **Dimensión 3. Territorio y Medio Ambiente** | | |
| Transitar decididamente hacia un balance hídrico y equilibrio ambiental que asegure la sostenibilidad del desarrollo en Guanajuato en todos sus ámbitos. | Garantizar la disponibilidad y calidad del agua de acuerdo con sus diferentes destinos. | El Proyecto implementará medidas preventivas y de mitigación enfocadas en la protección y conservación de los recursos naturales, particularmente del agua y del suelo, conforme a lo establecido en el Programa de Conservación de Suelo y Agua.<br>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el uso de agua será limitado exclusivamente a las actividades de humectación de caminos y control de polvos, empleando pipas para su suministro, lo que evita el aprovechamiento directo de fuentes locales y no altera los procesos naturales de infiltración ni la permeabilidad del terreno.<br>Asimismo, se aplicarán medidas de conservación del suelo consistentes en el retiro selectivo y acopio temporal del horizonte superficial fértil para su posterior reincorporación en las zonas que se requieran estabilizar.<br>Durante la etapa de operación y mantenimiento, no se realizará extracción ni consumo de agua para las actividades cotidianas. La limpieza de los paneles se llevará a cabo una o dos veces por año, o cuando las condiciones ambientales lo requieran, mediante técnicas de limpieza en seco, evitando el uso de agua y detergentes para prevenir cualquier riesgo de escurrimientos o infiltraciones contaminantes.<br>De manera complementaria, las medidas del Programa de Conservación de Suelo y Agua incluyen:<br>·Prevención de erosión hídrica y eólica, mediante el mantenimiento periódico de la vegetación que crezca por debajo de los paneles.<br>Protección de cauces naturales, garantizando la libre circulación de escurrimientos pluviales y evitando obstrucciones.<br>Estas acciones garantizan que las actividades del Proyecto no alteren el equilibrio hidrológico natural del área, manteniendo la integridad del suelo, la calidad del agua y la estabilidad ecológica del entorno. |
| | Lograr una adecuada gestión del medio ambiente que favorezca el | El Proyecto contribuirá al cumplimiento de este objetivo mediante la implementación de acciones integrales de gestión ambiental orientadas al aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales, |

Consulta Pública

| Línea estratégica | Objetivo | Vinculación |
|---|---|---|
| **Dimensión 3. Territorio y Medio Ambiente** | | |
| | aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales. | promoviendo la conservación de los ecosistemas y la reducción de los impactos ambientales en todas sus etapas de desarrollo. |
| | | En primer término, se dará cumplimiento a los principios de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, al aplicar programas y medidas que aseguran el uso responsable del suelo, del agua y de la biodiversidad. |
| | | Durante la preparación y construcción del Proyecto, se implementarán los siguientes instrumentos de gestión: |
| | | Programa de Conservación de Suelo y Agua, que contempla la prevención de la erosión, la protección de cauces naturales y el mantenimiento de la capacidad de infiltración del terreno, evitando alteraciones en el equilibrio hidrológico. |
| | | Programa de Manejo Integral de Residuos, que establece la segregación, almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT, garantizando la trazabilidad y cumplimiento normativo. |
| | | Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, orientado a la preservación de las especies presentes en el área, mediante la colecta, reubicación y monitoreo de individuos, así como la reintroducción de especies nativas en zonas restauradas. |
| | | Posteriormente, y en cumplimiento con las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, se elaborará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) correspondiente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el cual se implementará el Programa de Restauración, que incluirá la reforestación con especies nativas y la recolección de material genético (semillas e individuos) provenientes del sitio. |
| | | Estas acciones garantizan una gestión ambiental adecuada y responsable, basada en la prevención, mitigación y compensación de impactos, asegurando la sustentabilidad ecológica, económica y social del Proyecto. |

Consulta Pública

| Línea estratégica | Objetivo | Vinculación |
|---|---|---|
| **Dimensión 3. Territorio y Medio Ambiente** | | |
| | | Con ello, se favorece el equilibrio entre el desarrollo energético y la conservación del medio ambiente, alineándose con los objetivos de la planeación territorial y con los principios del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. |
| | Desarrollar entre los diferentes sectores de la sociedad las capacidades para la mitigación y adaptación al cambio climático. | El Proyecto contribuye a la transición energética hacia fuentes más limpias, con el cual se empleará energía renovable (energía solar) para transformarla por medio de celdas fotovoltaicas, en energía eléctrica con lo que se disminuye la generación de contaminantes atmosféricos, así como emisiones bajas de carbono; con lo que se coadyuvará a un aprovechamiento sustentable de la energía, y a una transición energética más limpia a precios competitivos, pues se diversificará el mercado de generación de energía. |
| Favorecer el desarrollo de asentamientos humanos compactos, inclusivos, seguros, sustentables e intercomunicados, con una infraestructura que favorezca su resiliencia, la optimización en el uso de los recursos naturales y el aprovechamiento de energías renovables. | Lograr una administración sustentable del territorio, que impulse el desarrollo de comunidades y ciudades humanas y sustentables. | El Proyecto atenderá a los objetivos y directrices en relación con los programas estatales de ordenamiento territorial y desarrollo Urbano, los planes o programas municipales de desarrollo urbano, que serán aprobados, ejecutados, controlados, evaluados y modificados por las autoridades locales. Con el objetivo de lograr una administración sustentable del territorio. |
| | Incrementar la cobertura, calidad, eficiencia y competitividad de la infraestructura del estado | El Proyecto aprovechará energías renovables como lo es la energía solar con el objetivo de favorecer el desarrollo de los asentamientos humanos. |
| | Asegurar una movilidad fluida, sustentable y segura para las y los guanajuatenses y visitantes a la entidad. | El Proyecto atenderá a los objetivos y directrices en relación con los programas estatales de ordenamiento territorial y desarrollo Urbano, los planes o programas municipales de desarrollo urbano, que serán aprobados, ejecutados, controlados, evaluados y modificados por las autoridades locales. Con el objetivo de lograr una administración sustentable del territorio. |

Consulta Pública

### 3.7.13 Programa de Gobierno Municipal 2024-2027 de San Miguel de Allende, Guanajuato (Gobierno Municipal de San Miguel de Allende 2024)

El Programa de Gobierno Municipal 2024–2027 del Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato, constituye el principal instrumento de planeación estratégica a corto plazo para la administración pública municipal. Este documento fue elaborado en el marco del Sistema Estatal de Planeación y en alineación con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con el propósito de orientar las políticas públicas hacia un desarrollo equilibrado, sostenible e incluyente.

La planeación del desarrollo municipal parte de un diagnóstico integral y actualizado, el cual identifica los principales retos en materia social, económica, ambiental, urbana y administrativa. A partir de dicho diagnóstico, se promueven sinergias entre el gobierno municipal y la sociedad, reconociendo que la participación ciudadana es esencial para consolidar una gestión pública transparente, eficiente y orientada al bienestar común.

El Programa establece una hoja de ruta que define las estrategias y proyectos prioritarios para este periodo de gobierno, buscando la consolidación de un municipio resiliente, competitivo y ambientalmente responsable. En su estructura, el instrumento agrupa las acciones bajo siete ejes estratégicos, entre los cuales destacan los relacionados con el desarrollo sostenible, la gestión ambiental y la infraestructura de calidad, elementos directamente vinculados con los principios del presente Proyecto. Dichos ejes son:

1. Hacemos las cosas bien por una Sociedad Incluyente, Resiliente y Solidaria: Promueve la equidad, la cohesión social y el bienestar integral de las personas.
2. Hacemos las cosas bien por una Economía Sostenible: Impulsa el desarrollo económico local mediante la innovación, el turismo y la generación de empleos dignos.
3. Hacemos las cosas bien por un Desarrollo Equilibrado, Ordenado y Sostenible: Fortalece la planeación urbana y el ordenamiento territorial, garantizando un crecimiento controlado y armónico con el medio ambiente.
4. Hacemos las cosas bien por una Cobertura de Infraestructura, Obras y Servicios Públicos de Calidad: Prioriza la mejora de los servicios públicos y la infraestructura como base del bienestar social.
5. Hacemos las cosas bien por una Seguridad y Paz Social: Establece políticas preventivas e integrales para fortalecer la convivencia social y la seguridad ciudadana.
6. Hacemos las cosas bien por un Control Interno y Organización Administrativa: Fomenta la transparencia, la rendición de cuentas y la eficiencia en la gestión pública.
7. Hacemos las cosas bien por una Atención Ciudadana de Calidad (Transversal): Busca consolidar una atención ciudadana eficaz, oportuna y con sentido de servicio.

El presente Proyecto se enmarca dentro de esta visión integral de desarrollo sostenible, al incorporar medidas de protección ambiental, programas de conservación y estrategias orientadas a garantizar el aprovechamiento racional de los recursos naturales. Con ello, se contribuye al cumplimiento de los objetivos del Programa de Gobierno Municipal 2024–

Consulta Pública

2027, promoviendo un modelo de desarrollo responsable, sustentable y socialmente incluyente para San Miguel de Allende.

**Vinculación con los Objetivos y Estrategias del Programa de Gobierno Municipal 2024–2027 de San Miguel de Allende**

El Proyecto se vincula directamente con los principios de sostenibilidad, eficiencia energética y conservación ambiental establecidos en el Programa de Gobierno Municipal 2024–2027 de San Miguel de Allende, en especial con los objetivos y estrategias que se alinean a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

Objetivo 3.1.

Fomentar acciones destinadas a conservar el equilibrio ecológico y la protección al ambiente, la educación ambiental y la conciencia ecológica en la sociedad sanmiguelense.

El Proyecto da cumplimiento a este objetivo mediante la implementación de acciones preventivas, de mitigación y compensación ambiental, que garantizan la preservación de los recursos naturales y el equilibrio ecológico del área de influencia.

Entre las medidas adoptadas se incluyen:

- Programa de Conservación de Suelo y Agua, el cual contempla la protección de cauces naturales, la prevención de la erosión y el manejo adecuado de escurrimientos pluviales, evitando la alteración de los procesos de infiltración y favoreciendo la recarga natural de acuíferos.
- Programa de Manejo Integral de Residuos, enfocado en la separación, almacenamiento temporal y disposición final adecuada de los residuos sólidos y peligrosos a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT, garantizando el cumplimiento de la normativa ambiental.
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, que tiene por objeto la protección de especies nativas mediante su colecta, reubicación y seguimiento, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad local.
- Programa de Restauración, que se implementará en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) correspondiente al cambio de uso de suelo, y que contempla la reforestación con especies nativas y el aprovechamiento de material genético del sitio (semillas e individuos) conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

Con estas acciones, el Proyecto contribuye de manera tangible al fortalecimiento de la conciencia ambiental y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en coherencia con la visión de equilibrio ecológico y educación ambiental promovida por el gobierno municipal.

Estrategia 4.2.1.

Ampliación de la infraestructura y mejoramiento de la tecnología de energía limpia en el alumbrado público en localidades, contribuyendo tanto al desarrollo como al medio ambiente.

Consulta Pública

El Proyecto se alinea con esta estrategia al fomentar el uso de energía limpia y tecnologías de bajo impacto ambiental, orientadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al impulso de una matriz energética sustentable.

La incorporación de infraestructura energética basada en fuentes renovables fortalece la transición hacia sistemas más eficientes y ambientalmente responsables, contribuyendo tanto al desarrollo local como al cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales en materia de cambio climático.

Asimismo, el Proyecto aplicará prácticas de eficiencia energética, manejo responsable de recursos naturales y restauración ambiental, promoviendo un modelo de desarrollo sostenible acorde con la política municipal de "Desarrollo Equilibrado, Ordenado y Sostenible".

Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

El Proyecto se articula con los ODS 7, 12, 13 y 15, al impulsar acciones concretas de sostenibilidad energética, consumo responsable, acción climática y protección de ecosistemas terrestres:

| ODS | Relación con el Proyecto |
|---|---|
| ODS 7. Energía asequible y no contaminante | Promueve el uso de tecnologías limpias y eficientes que contribuyen a la mitigación del cambio climático. |
| ODS 12. Producción y consumo responsables | Aplica el manejo integral de residuos y fomenta el uso racional de recursos naturales. |
| ODS 13. Acción por el clima | Implementa medidas para reducir impactos ambientales y fortalecer la resiliencia ante el cambio climático. |
| ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres | Desarrolla programas de rescate, reubicación y restauración ecológica para preservar la biodiversidad local. |

Con ello, el Proyecto fortalece la vinculación entre el desarrollo energético y la protección ambiental, contribuyendo al cumplimiento del marco estratégico municipal, estatal y global para el desarrollo sostenible.

El Programa de Gobierno Municipal 2024–2027 de San Miguel de Allende establece los lineamientos para promover un desarrollo económico, social y ambiental equilibrado, basado en la sustentabilidad, la innovación y la participación ciudadana. En este contexto, el Proyecto se encuentra alineado con las líneas estratégicas 2 y 3, que abordan la Economía Sostenible y el Desarrollo Equilibrado, Ordenado y Sostenible, respectivamente,

Consulta Pública

así como con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7, 8, 12, 13 y 15 de la Agenda 2030.

El Proyecto no se contrapone con ninguno de los objetivos ni estrategias del Programa de Gobierno Municipal, ya que promueve el aprovechamiento racional de los recursos naturales, el uso de energía limpia y la aplicación de medidas de conservación ambiental, contribuyendo al cumplimiento de las metas locales de sostenibilidad y ordenamiento territorial.

### Línea Estratégica 2. Hacemos las cosas bien por una Economía Sostenible

Objetivo 2.1. Mejorar la competitividad y el ambiente de negocios, con el fin de impulsar el crecimiento de las empresas y la creación de empleos en San Miguel de Allende.

Estrategia 2.1.1. Continuar generando empleos de calidad, inclusivos y capacitados, con igualdad de oportunidades para mujeres y hombres.

Alineación Agenda 2030: ODS 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas y todos.

El Proyecto se alinea con este objetivo al fortalecer la economía regional mediante la generación de empleos directos e indirectos durante sus fases de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Asimismo, fomenta la transferencia tecnológica y la capacitación de personal local, impulsando un modelo de desarrollo sustentable y socialmente incluyente.

De esta forma, el Proyecto contribuye a la diversificación económica del municipio, en concordancia con la visión del Gobierno Municipal de promover la competitividad local mediante la inversión en proyectos energéticos responsables y sostenibles.

### Línea Estratégica 3. Hacemos las cosas bien por un Desarrollo Equilibrado, Ordenado y Sostenible

Objetivo 3.1. Fomentar acciones destinadas a continuar el equilibrio ecológico y la protección al ambiente, la educación ambiental y la conciencia ecológica en la sociedad sanmiguelense.

Estrategia 3.1.1. Cooperación y colaboración en el mejoramiento del medio ambiente.

Estrategia 3.1.2. Participar en el combate al cambio climático.

Estrategia 3.1.3. Aplicación de la normativa en materia de contaminación.

Alineación Agenda 2030: ODS 6, 11, 12, 13 y 15.

El Proyecto se vincula directamente con este objetivo al incorporar una planeación ambiental integral sustentada en los siguientes instrumentos y programas:

- Programa de Conservación de Suelo y Agua: contempla la protección de cauces naturales, la conducción controlada de escurrimientos pluviales y la prevención de erosión, evitando impactos negativos sobre los suelos y cuerpos de agua.

Consulta Pública

- Programa de Manejo Integral de Residuos: establece la correcta separación, almacenamiento, recolección y disposición final de residuos sólidos y peligrosos a través de empresas autorizadas, garantizando la protección del entorno.
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna: asegura la colecta, resguardo y reubicación de especies silvestres, priorizando la conservación de la biodiversidad local.
- Programa de Restauración: que será implementado en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) del cambio de uso de suelo, e incluirá la reforestación con especies nativas y la recolección de material genético (semillas y propágulos) conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

Estas medidas contribuyen al cumplimiento de los indicadores de conservación y mantenimiento de áreas verdes del Programa Municipal, así como al fortalecimiento de la cultura ambiental y la resiliencia ecológica del municipio.

Vinculación con los Programas Derivados Institucionales

El Proyecto también mantiene coherencia con los Programas Derivados Institucionales del Municipio, particularmente con los siguientes:

- Programa Derivado Institucional de la Dirección de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial, cuyo propósito es promover un uso de suelo ordenado y compatible con la planeación territorial. El Proyecto se apega a este propósito al ubicarse en una zona donde las actividades son compatibles con el uso autorizado y al comprometerse a gestionar los permisos de construcción y uso de suelo conforme a la normativa vigente.
- Programa Derivado Institucional de la Dirección de Medio Ambiente y Sustentabilidad, cuyo objetivo es lograr que la cabecera municipal y sus alrededores cuenten con un medio ambiente resiliente y sostenible. El Proyecto se alinea plenamente con este objetivo al implementar medidas de mitigación, restauración y manejo ambiental que contribuyen a la conservación del equilibrio ecológico y al fortalecimiento de la sustentabilidad local.

### Conclusión de Vinculación

El Proyecto se encuentra plenamente alineado con los objetivos, estrategias y programas del Gobierno Municipal de San Miguel de Allende 2024–2027, en particular con aquellos que promueven la sostenibilidad ambiental, el uso racional del suelo, la creación de empleo y el fortalecimiento del desarrollo económico con enfoque ecológico.

A través de la implementación de sus programas ambientales —Conservación de Suelo y Agua, Manejo Integral de Residuos, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y Restauración— el Proyecto refuerza el compromiso institucional del municipio con el desarrollo sustentable, la resiliencia ambiental y el bienestar social, sin contraponerse a ningún otro objetivo del plan municipal vigente.

Consulta Pública

### 3.7.14 Tratados Internacionales

#### *3.7.14.1 Tratados Sobre el Cambio Climático*

**Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), 1992**

Este convenio surge de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, conocida también como la "Cumbre de la Tierra de Río", realizada en Río de Janeiro en 1992. Su objetivo primordial es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera para evitar interferencias peligrosas en el sistema climático. México, como país signatario, se compromete a adoptar medidas efectivas para reducir y mitigar las emisiones de estos gases.

**Vinculación con el Proyecto:**

El Proyecto se alinea plenamente con el CMNUCC, ya que impulsa la generación de energía limpia a partir de fuentes renovables, específicamente energía solar, lo cual contribuye activamente a la disminución de emisiones de dióxido de carbono ($CO_2$) y otros gases contaminantes, reduciendo así la huella de carbono del sector energético en México. En este sentido, el Proyecto refuerza los compromisos internacionales asumidos por México para enfrentar el cambio climático global.

**Acuerdo de París (2015)**

Adoptado en la Conferencia sobre el Clima de París (COP21), establece metas específicas para mantener el aumento global de la temperatura muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, buscando limitar el aumento a 1.5°C. México ha ratificado este acuerdo y ha presentado metas nacionales de reducción de emisiones definidas a través de sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDCs).

**Vinculación con el Proyecto:**

Este Proyecto es un aporte directo al cumplimiento de las metas del Acuerdo de París, facilitando una transición efectiva hacia una matriz energética baja en carbono. La generación de energía solar propuesta por el Proyecto es esencial para reducir la dependencia de combustibles fósiles y cumplir así con las metas internacionales de mitigación climática, fortaleciendo el liderazgo ambiental de México en el escenario global.

#### *3.7.14.2 Tratados Sobre el Agotamiento del Ozono Estratosférico*

**Protocolo de Montreal (1987, revisiones en 1990, 1992 y posteriores)**

Este tratado internacional fue diseñado para proteger la capa de ozono mediante la eliminación gradual de sustancias agotadoras como los clorofluorocarbonos (CFC), halones y otros químicos industriales. México, firmante activo del Protocolo, se compromete a regular y eliminar progresivamente el uso de estas sustancias nocivas.

**Vinculación con el Proyecto:**

El Proyecto utiliza tecnología fotovoltaica, que no produce ni emplea ninguna de las sustancias químicas identificadas como perjudiciales para la capa de ozono. De esta forma, no solo cumple con el Protocolo de Montreal, sino que además contribuye a preservar el

Consulta Pública

equilibrio atmosférico, apoyando indirectamente la recuperación de la capa de ozono y garantizando un ambiente más saludable y seguro.

#### *3.7.14.3 Tratados Sobre Comercio, Industria y Medio Ambiente*

**Capítulo Ambiental del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN, ahora T-MEC)**

Este acuerdo comercial entre México, Estados Unidos y Canadá incluye obligaciones específicas en materia ambiental que buscan evitar que las actividades comerciales e industriales causen daño significativo al medio ambiente. México se compromete a promover políticas sostenibles y cumplir con altos estándares de protección ambiental.

**Vinculación con el Proyecto:**

El Proyecto está diseñado conforme a las exigencias ambientales estipuladas en el T-MEC, cumpliendo rigurosamente con la legislación ambiental mexicana, que refleja estos compromisos internacionales. Así, las actividades del Proyecto, desde su planeación hasta su operación, se llevarán a cabo bajo criterios estrictos de sostenibilidad ambiental, asegurando que las prácticas comerciales e industriales no degraden el medio ambiente local ni regional.

#### *3.7.14.4 Tratados Sobre Manejo de Residuos Peligrosos Transfronterizos*

**Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación (1989)**

Este convenio internacional tiene como objetivo reducir al mínimo la generación de residuos peligrosos, así como regular estrictamente su transporte transfronterizo para prevenir daños ambientales y riesgos para la salud pública. México ratificó este convenio y se compromete a controlar eficazmente el movimiento y la gestión segura de estos residuos.

**Vinculación con el Proyecto:**

Aunque este tratado tiene una aplicación específica en materia transfronteriza, el Proyecto contempla una estricta gestión interna de residuos generados en todas sus etapas, en estricto apego a la normativa mexicana sobre residuos peligrosos. No está contemplado exportar ni importar este tipo de residuos; por lo tanto, si bien el convenio no aplica directamente, el Proyecto respeta sus principios generales, asegurando una gestión responsable de residuos que protege tanto al medio ambiente como a la comunidad local.

#### *3.7.14.5 Protocolo Kyoto*

Este protocolo, derivado del CMNUCC, establece metas vinculantes para que los países industrializados reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero, reconociendo la necesidad de disminuir sustancialmente las emisiones contaminantes para mitigar el cambio climático. Aunque su periodo de compromisos original ha concluido, sus objetivos y mecanismos continúan siendo fundamentales en las negociaciones climáticas internacionales.

Consulta Pública

**Vinculación con el Proyecto:**

El Proyecto es completamente compatible con los objetivos del Protocolo de Kyoto, dado que utiliza tecnología limpia basada en energía solar, la cual no genera emisiones contaminantes durante su operación. Esto convierte al Proyecto en un ejemplo tangible de mitigación climática y eficiencia energética, impulsando directamente la transición energética hacia fuentes renovables y menos contaminantes, contribuyendo al cumplimiento de los compromisos históricos asumidos por México ante la comunidad internacional.

### 3.7.15 Leyes Estatales

#### *3.7.15.1 Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato (Gobierno del Estado de Guanajuato 2000)*

*Artículo 1.*

*"La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como regular las acciones tendientes a proteger el ambiente en el Estado de Guanajuato."*

**Vinculación:**

El Proyecto se ajusta plenamente a este principio al incorporar medidas ambientales orientadas a preservar el equilibrio ecológico y garantizar el uso racional de los recursos naturales. A través de la Manifestación de Impacto Ambiental se establecen estrategias de prevención, mitigación y compensación ambiental. Asimismo, mediante el Programa de Conservación de Suelo y Agua se promoverá la infiltración natural, la conservación del manto vegetal y la prevención de procesos erosivos, en congruencia con la finalidad de esta Ley.

*Artículo 2.*

*"Las disposiciones de esta Ley se establecen en el ámbito estatal de acuerdo a las siguientes bases:*

*I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;*

*II. Definir los principios de la política ambiental en el Estado y los instrumentos para su aplicación;*

*III. Preservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como el mejoramiento del medio ambiente;*

*IV. Proteger la biodiversidad, el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y demás recursos naturales;*

*(…)*

Consulta Pública

*X. Garantizar la participación corresponsable de la población, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente."*

**Vinculación:**

El Proyecto responde a estas bases al implementar acciones preventivas y de restauración que aseguran la protección del suelo y los recursos hídricos locales. Durante la ejecución se dará prioridad al manejo responsable del agua mediante su uso exclusivo para la preparación del sitio y control de polvo, evitando descargas o desperdicio.

Además, se promoverá la participación social mediante la comunicación con la autoridad municipal y los habitantes cercanos, fortaleciendo la corresponsabilidad ambiental establecida por la Ley.

*Artículo 3.*

*"Se considera de utilidad pública:*

*I. El establecimiento, protección y preservación de las áreas naturales protegidas y de las zonas de restauración ecológica;*

*III. Las declaratorias que impongan la conservación y preservación del medio ambiente y su aprovechamiento sustentable;*

*IV. Los programas y acciones tendientes a mejorar la calidad del aire, suelo y agua de jurisdicción estatal; y*

*V. La preservación de los sitios necesarios para asegurar el mantenimiento e incremento de los recursos genéticos, de la flora y fauna silvestre, frente al peligro de deterioro grave o de extinción."*

**Vinculación:**

El Proyecto se desarrolla bajo los criterios de utilidad pública, al contribuir al aprovechamiento sustentable del territorio y al mantenimiento del equilibrio ecológico. La aplicación de medidas de reforestación y restauración bajo criterios técnicos, así como el rescate y reubicación de flora y fauna, garantizan la conservación de especies nativas y la protección de los recursos genéticos locales. Además, la mejora del suelo y control del polvo durante la etapa de construcción contribuirán indirectamente a la calidad del aire y a la salud ambiental del entorno.

*Artículo 5.*

*"Son autoridades competentes para aplicar la presente Ley:*

*I. El Ejecutivo del Estado;*

*II. Los Ayuntamientos;*

*III. La Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial; y*

*IV. La Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato."*

Consulta Pública

**Vinculación:**

El cumplimiento ambiental del Proyecto se coordinará con la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (SMAOT), en el marco de la evaluación en materia de impacto ambiental y de las condicionantes que de ella deriven. Asimismo, el Ayuntamiento de San Miguel de Allende participará en la supervisión del cumplimiento de las disposiciones municipales y en la verificación de que las actividades se desarrollen conforme a la normatividad aplicable. De esta manera, el Proyecto cumple con el esquema de competencia concurrente entre los tres niveles de gobierno.

*Artículo 15.*

*"Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de los instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo del Estado y los ayuntamientos observarán los siguientes principios:*

*I. Del equilibrio de los ecosistemas dependen la vida y las posibilidades productivas del Estado;*

*II. Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;*

*IV. Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad;*

*VII. La prevención de las causas que generan los desequilibrios ecológicos, es el medio más eficaz para evitarlos;*

*VIII. El aprovechamiento de los recursos naturales renovables debe realizarse de manera que se asegure el mantenimiento de su diversidad y renovabilidad; y*

*XIV. Conservar la diversidad genética y el manejo integral de los hábitat naturales y la recuperación de las especies silvestres."*

**Vinculación:**

El Proyecto integra estos principios mediante la ejecución de actividades planificadas para minimizar los impactos ambientales y asegurar el aprovechamiento sustentable del territorio. Se implementarán medidas preventivas que eviten la erosión y favorezcan la regeneración del suelo, manteniendo su estructura y capacidad productiva.

Asimismo, se contempla la restauración ecológica con especies nativas para conservar la diversidad genética y favorecer la recuperación del hábitat, contribuyendo así a los objetivos de la política ambiental del Estado. La prevención será un eje transversal en todas las etapas, desde la preparación del sitio hasta la operación y abandono.

*Artículo 27.*

*"La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual se establecen las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites*

Consulta Pública

*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."*

**Vinculación:**

El Proyecto cumple con este artículo al someterse a evaluación en materia de impacto ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato, con el propósito de identificar, valorar y mitigar los impactos potenciales. La Manifestación de Impacto Ambiental incorpora las medidas de prevención y mitigación necesarias, así como los programas ambientales complementarios.

Posteriormente, el Programa de Vigilancia Ambiental permitirá dar seguimiento a las condicionantes de la autorización y asegurar que las acciones implementadas logren preservar y restaurar los ecosistemas locales.

#### *3.7.15.2 Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado y los Municipios de Guanajuato (Gobierno del Estado de Guanajuato 2019)*

*Artículo 1. Objeto*

*"La presente Ley es de orden e interés público y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable forestal, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales y sus recursos del estado de Guanajuato y sus municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable, así como distribuir las competencias que en materia forestal les correspondan."*

**Vinculación:**

El Proyecto se desarrolla bajo un enfoque de sustentabilidad ambiental y respeto a los ecosistemas forestales, cumpliendo con el objeto de la Ley al implementar acciones que promueven la conservación y manejo racional del suelo, la vegetación y el agua. Durante su ejecución, se aplicarán medidas técnicas para evitar la degradación del suelo y la pérdida de cobertura vegetal. Asimismo, se integran los Programas de Conservación de Suelo y Agua, Manejo Integral de Residuos, y Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, como instrumentos complementarios de manejo sustentable. Posteriormente, en el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) se definirá e implementará el Programa de Restauración, garantizando la rehabilitación de las áreas intervenidas mediante reforestación con especies nativas y restauración del equilibrio ecológico.

*Artículo 2. Apego a los objetivos*

*"La presente Ley se apegará a los objetivos generales y específicos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable."*

**Vinculación:**

El Proyecto mantiene congruencia con los objetivos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, asegurando la compatibilidad entre la normativa federal y estatal. La

Consulta Pública

planeación y ejecución de las actividades se realiza conforme a los principios de uso racional de los recursos, prevención de impactos ambientales y restauración ecológica. Asimismo, las acciones contempladas en el ETJ se alinearán con los lineamientos federales sobre el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, garantizando que los trabajos de restauración y compensación se realicen bajo criterios técnicos y legales establecidos.

*Artículo 3. Utilidad pública*

*"Se declara de utilidad pública:*

*I. La conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como las cuencas hidrológicas;*

*II. La ejecución de obras destinadas a la conservación, restauración, protección o generación de bienes y servicios ambientales;*

*III. La protección, conservación y restauración de los suelos con el propósito de evitar su erosión;*

*IV. La protección y conservación de los ecosistemas que permitan mantener determinados procesos ecológicos esenciales y la diversidad biológica, y*

*V. La protección y conservación de las zonas que sirvan de refugio a fauna o flora en peligro de extinción."*

**Vinculación:**

El Proyecto es congruente con este artículo al incorporar medidas específicas para proteger y restaurar los elementos naturales del sitio, priorizando la conservación del suelo y la protección de la vegetación. No se emplearán procesos que incrementen la compactación ni se alterará la capacidad de infiltración natural. Además, las acciones de revegetación y restauración ecológica contempladas en el Programa de Restauración contribuirán a mantener los procesos ecológicos y la biodiversidad local, asegurando que la ejecución del Proyecto no genere afectaciones a los refugios o hábitats de fauna. Con ello, el Proyecto se considera ambientalmente compatible con la política de utilidad pública en materia de conservación establecida por la Ley.

Artículos 20 a 23. Planeación e información forestal

*"Artículo 20. La planeación del desarrollo forestal como instrumento para el diseño y ejecución de la política estatal forestal, comprenderá dos proyecciones:*

*I. La correspondiente a los períodos constitucionales de las administraciones estatal y municipales, conforme a lo previsto en la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato, y*

*II. La de largo plazo que se expresarán en el Plan Estatal de Desarrollo, en los términos de la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato."*

*"Artículo 21. La información forestal se registrará, integrará, organizará, actualizará y difundirá a través del Subsistema Estatal, misma que será de carácter público y se integrará al Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal."*

Consulta Publica

*“Artículo 22. La información en materia forestal incluye:*

*I. El Inventario Estatal Forestal y de Suelos;*

*II. La Zonificación Forestal;*

*III. Sobre las evaluaciones de reforestación con propósitos de restauración y conservación;*

*IV. Sobre el uso y conocimiento de los recursos forestales, incluyendo información sobre uso doméstico y conocimiento tradicional;*

*V. Sobre los acuerdos y convenios de coordinación y concertación;*

*VI. Sobre investigaciones y desarrollo tecnológico;*

*VII. Sobre organizaciones e instituciones de los sectores social y privado;*

*VIII. La relacionada con la prevención y combate de incendios forestales y los de sanidad forestal, y*

*IX. Las demás que se consideren estratégicas para la planeación y evaluación del desarrollo forestal sustentable.”*

*“Artículo 23. Toda persona tendrá derecho a que las autoridades en materia forestal pongan a su disposición la información forestal que les soliciten, en los términos previstos por la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y en la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública para el Estado de Guanajuato.”*

**Vinculación:**

La ejecución del Proyecto se desarrollará conforme a los instrumentos de planeación forestal vigentes en el estado, respetando la zonificación ecológica y territorial definida en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial. Las acciones de restauración y conservación que se implementen podrán ser reportadas al Inventario Estatal Forestal y de Suelos, contribuyendo al acervo de información pública sobre el manejo sustentable del territorio. Asimismo, los resultados derivados de los Programas de Conservación de Suelo y Agua y del Programa de Vigilancia Ambiental se pondrán a disposición de las autoridades competentes, promoviendo la transparencia y el acceso público a la información ambiental conforme a este marco legal.

#### *3.7.15.3 Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios (Gobierno del Estado de Guanajuato 2013)*

(H. Congreso del Estado de Guanajuato, reforma publicada el 07 de junio de 2024)

La presente Ley tiene por objeto establecer las bases para la mitigación y adaptación ante los efectos adversos del cambio climático, promoviendo el desarrollo sustentable mediante la coordinación entre los tres niveles de gobierno y la participación social. Su propósito es garantizar que las políticas públicas y los proyectos productivos se orienten hacia la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero (GEI), así como hacia la protección de los ecosistemas y los recursos naturales.

Consulta Pública

*Artículo 1.*

*"La presente Ley es de orden público, interés social y observancia general en el Estado de Guanajuato y tiene por objeto establecer las disposiciones para la mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático, así como las bases para la formulación e instrumentación de la política estatal y municipal en la materia, en congruencia con la política nacional."*

**Vinculación:**

El Proyecto se alinea con el objeto de esta Ley al integrar acciones que contribuyen directamente a la mitigación del cambio climático mediante la generación de energía limpia y renovable, reduciendo con ello las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a fuentes fósiles. Asimismo, las medidas y programas ambientales considerados en la Manifestación de Impacto Ambiental, como el Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Manejo Integral de Residuos, y el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, garantizan que el desarrollo se lleve a cabo con respeto a los principios de sostenibilidad y adaptación ambiental. De manera complementaria, en el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) se implementará el Programa de Restauración, que permitirá restablecer las condiciones ecológicas del sitio en apego a las disposiciones de esta Ley.

Artículo 1 Bis.

"Las disposiciones de la presente Ley tienen como finalidad fomentar la corresponsabilidad de los sectores público, privado y social en la atención y solución de los problemas derivados del cambio climático."

**Vinculación:**

El Proyecto responde al principio de corresponsabilidad establecido en este artículo, al promover la colaboración entre el sector privado y las autoridades ambientales a través de la gestión responsable de recursos naturales y la aplicación de medidas preventivas y compensatorias. Además, mediante la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental, se asegurará el cumplimiento de las condicionantes establecidas en la autorización de impacto ambiental, promoviendo la participación activa de todos los actores en la protección climática y ambiental del entorno.

*Artículo 2.*

*"Son objetivos de la presente Ley:*

*I. Regular las acciones para la mitigación de gases y compuestos de efecto invernadero;*

*II. Establecer medidas para la adaptación al cambio climático;*

*III. Promover la sustentabilidad ambiental;*

*IV. Fomentar la educación, investigación y difusión sobre cambio climático;*

*V. Fortalecer la coordinación entre los órdenes de gobierno y los sectores de la sociedad."*

Consulta Pública

**Vinculación:**

El Proyecto cumple con los objetivos establecidos en este artículo al contribuir a la mitigación de gases de efecto invernadero mediante el uso de energía renovable. Las medidas de conservación y restauración implementadas, así como la educación ambiental y la participación social que se fomentan durante el proceso de evaluación y vigilancia ambiental, garantizan una alineación directa con los principios de sustentabilidad y coordinación institucional previstos por la Ley.

*Artículo 6.*

*"Corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado la formulación, conducción y evaluación de la política estatal de cambio climático, en coordinación con los municipios."*

**Vinculación:**

El Proyecto reconoce la competencia de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (SMAOT) como autoridad estatal en materia de cambio climático, con la cual se mantiene coordinación a través del procedimiento de evaluación ambiental. La información contenida en esta Manifestación de Impacto Ambiental coadyuva a la formulación y seguimiento de las políticas estatales de mitigación y adaptación, asegurando la congruencia con la planeación climática y territorial del Estado de Guanajuato.

*Artículo 19.*

*"Los ayuntamientos deberán formular, conducir y evaluar la política municipal de cambio climático, en congruencia con la política estatal y nacional, e incorporarla en los instrumentos de planeación municipal."*

**Vinculación:**

El Proyecto es congruente con las políticas municipales en materia de cambio climático al promover el desarrollo sustentable y la eficiencia energética en el municipio de San Miguel de Allende. Las acciones y programas ambientales asociados al Proyecto fomentan la conservación de los ecosistemas locales, la reducción de emisiones y la resiliencia del territorio, coadyuvando al cumplimiento de los objetivos del gobierno municipal en materia de adaptación y mitigación climática.

*Artículo 42.*

*"La política estatal y municipal en materia de cambio climático se regirá por los principios de sustentabilidad, equidad intergeneracional, prevención, precaución, participación ciudadana, transparencia y responsabilidad compartida."*

**Vinculación:**

El Proyecto se fundamenta en los principios rectores de esta Ley, priorizando la prevención de impactos y la aplicación de medidas que promueven la equidad ambiental y social. Las estrategias de prevención, mitigación y restauración previstas en la presente Manifestación, así como la aplicación del Programa de Restauración dentro del ETJ, aseguran la responsabilidad compartida entre el sector privado y las autoridades ambientales en la

Consulta Pública

conservación del entorno, la preservación de los recursos naturales y la contribución al bienestar de las generaciones actuales y futuras.

#### *3.7.15.4 Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato (reformada el 26 de junio de 2025) (Gobierno del Estado de Guanajuato 2025)*

*Artículo 1.*

*La presente Ley es de orden público e interés general y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable por medio de la regulación de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como la prevención de la contaminación y la remediación de sitios contaminados con residuos.*

*Artículo 2.*

*En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán en lo conducente y de manera supletoria las disposiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

*Artículo 32.*

*Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos por la Ley General y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:*

*I. Residuos provenientes de la industria de la transformación, de la construcción, mantenimiento y demolición en general;*

*II. Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en aeropuertos y terminales ferroviarias;*

*III. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;*

*IV. Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes;*

*V. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico; y*

*VI. Otros que sean determinados como tales por las autoridades federales competentes.*

*Artículo 33.*

*Los residuos sólidos urbanos podrán clasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los*

Consulta Pública

*Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y demás ordenamientos legales aplicables.*

*Artículo 34 Bis.*

*La Secretaría en coordinación con la Procuraduría y los Municipios, coadyuvarán en informes sobre los aspectos relevantes sobre los inventarios de generación de residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, de acuerdo con sus atribuciones respectivas, para lo cual se deben basar en los datos que les sean proporcionados por los generadores y las empresas de servicios de manejo de residuos. Además, integrarán inventarios de tiraderos de residuos o sitios donde se han abandonado clandestinamente residuos de diferente índole en los municipios, de los cuales se asienten datos sobre su ubicación, el origen, características y otros elementos de información que sean útiles, para desarrollar medidas tendentes a evitar o reducir riesgos.*

*Artículo 35.*

*Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que sean generados en el Estado, deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones que resulten aplicables.*

*Artículo 36.*

*Es obligación de toda persona generadora de residuos sólidos urbanos y de manejo especial:*

*I. Separar y reducir la generación de residuos;*

*II. Fomentar la reutilización y reciclaje de los residuos; y*

*III. Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas aplicables al manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.*

**Vinculación Técnica con el Proyecto**

El Proyecto, ubicado en el municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato, cumple con los principios establecidos en esta Ley al implementar un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual regula la correcta separación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los residuos generados durante la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

De acuerdo con los artículos 1 y 2, el Proyecto promueve el desarrollo sustentable mediante la prevención de la contaminación y la gestión adecuada de los residuos generados. Durante su ejecución, los residuos sólidos urbanos y de manejo especial serán clasificados, valorizados y dispuestos conforme a lo previsto por las autoridades municipales y estatales, garantizando el cumplimiento de la normativa y evitando la afectación de suelos o cuerpos de agua.

Con base en los artículos 32 y 33, el Proyecto realizará la separación de residuos en orgánicos, inorgánicos y de manejo especial, asegurando su disposición a través de

Consulta Pública

empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial. Se prevé la generación de residuos de construcción y mantenimiento, los cuales serán retirados de manera controlada para su disposición final conforme a la legislación vigente.

En atención al artículo 34 Bis, se integrará la información correspondiente a los volúmenes y características de los residuos generados en los reportes de cumplimiento ambiental, fortaleciendo la transparencia y la coordinación con las autoridades municipales para evitar tiraderos clandestinos o mal manejo de residuos.

Finalmente, conforme a los artículos 35 y 36, el Proyecto garantizará la aplicación de las disposiciones y criterios técnicos en materia de residuos mediante la implementación del Programa de Conservación de Suelo y Agua, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, y el Programa de Restauración, los cuales contemplan acciones complementarias para prevenir la contaminación, promover la reutilización de materiales y conservar la integridad ecológica del sitio.

Con estas acciones, el Proyecto se alinea a la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato, asegurando un manejo ambientalmente responsable de los residuos y contribuyendo al desarrollo sustentable de la región.

### 3.7.16 Leyes Municipales

#### *3.7.16.1 Reglamento de la Comisión Municipal de Ecología del Municipio de Allende, Guanajuato (Gobierno Municipal de San Miguel de Allende 1992)*

**CAPÍTULO PRIMERO**

Disposiciones Generales

Artículo 1.

Las disposiciones de este Reglamento son de orden público y se expiden con fundamento en el Artículo 115, fracción II de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; en el Artículo 117, fracción I de la Constitución Política del Estado de Guanajuato, en el Artículo 16, fracción XVI y los Artículos 76 y 80 de la Ley Orgánica Municipal y en el Artículo 7 de la Ley de Ecología para el Estado de Guanajuato y tienen por objeto regular la integración y funcionamiento de la Comisión Municipal de Ecología.

Artículo 4.

Son objetivos de la Comisión:

Preservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como proteger y mejorar el medio ambiente en el Municipio de Allende, Guanajuato;

Proteger las áreas naturales, así como la flora y la fauna silvestres y acuáticas;

Prevenir, controlar y disminuir la contaminación del aire, del agua y del suelo;

I. Promover una conciencia ecológica activa de la población, para que se asuma la responsabilidad individual y colectiva que corresponde a todos los integrantes de la sociedad civil, en su derecho y obligación de proteger y mejorar el medio ambiente;

Consulta Pública

II. Proponer al Ayuntamiento los Reglamentos necesarios para el logro de sus objetivos con base en la Ley General y a la Ley Estatal.

Artículo 5.

Para el cumplimiento de sus objetivos, la Comisión tendrá las siguientes funciones:

I. Promover la formulación y revisión de la política y los criterios ecológicos particulares y Municipales, conforme a la distribución de competencias y los principios definidos por la Ley General y la Ley Estatal, en congruencia con las que en su caso formulen la Federación y el Gobierno del Estado;

II. Promover estudios y hacer propuestas al Ayuntamiento en apoyo y coordinación con la Dirección para elaborar, ejecutar y evaluar programas de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, en acciones de Jurisdicción Municipal;

IV. Proponer al Ayuntamiento la celebración de convenios con otras Autoridades para la prevención y restauración ecológica y protección al ambiente;

V. Participar en la elaboración de los Programas de Desarrollo Urbano, para integrar los lineamientos de la política ecológica y los programas que definan acciones de fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de centros de población en el territorio municipal y los programas de vivienda;

XIV. Hacer propuestas y evaluar acciones en el manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos, según se define en la Ley General;

XVII. Tomar conocimiento y opinar respecto del impacto ambiental de las obras públicas Municipales;

XVIII. Promover estudios relativos a las fuentes de contaminación que se consideran críticas por su magnitud o efecto sobre el ambiente y, conforme a su jurisdicción, promover medidas para controlar y reducir sus emisiones, como también para enfrentar posibles emergencias ecológicas y accidentes.

Vinculación Técnica con el Proyecto

El Proyecto, ubicado en el municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato, se alinea plenamente con las disposiciones del Reglamento de la Comisión Municipal de Ecología, al establecer y aplicar medidas que garantizan la protección del medio ambiente, la restauración ecológica y la prevención de la contaminación en todas sus etapas de desarrollo.

En cumplimiento con el Artículo 1, las actividades del Proyecto se apegan al marco jurídico federal, estatal y municipal que regula la actuación de la Comisión Municipal de Ecología, fortaleciendo la coordinación institucional entre los tres órdenes de gobierno y garantizando que la ejecución del Proyecto se realice bajo los principios de sustentabilidad, preservación del equilibrio ecológico y respeto a la legislación vigente.

De acuerdo con el Artículo 4, el Proyecto contribuye a la preservación y restauración del equilibrio ecológico mediante la implementación de programas ambientales específicos, entre ellos:

Consulta Pública

Programa de Conservación de Suelo y Agua, que establece acciones para prevenir la erosión, controlar escurrimientos y mantener la estabilidad del terreno.

Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, que garantiza la protección y conservación de las especies silvestres y sus hábitats.

Programa de Manejo Integral de Residuos, que promueve la reducción, separación, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos sólidos y de manejo especial, mediante empresas autorizadas por la autoridad competente.

Programa de Restauración, que será aplicado posteriormente en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), contemplando la recolección de germoplasma, semillas y material vegetal nativo, así como la restauración progresiva de las áreas intervenidas y el cumplimiento con el pago al Fondo Forestal correspondiente, conforme a la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable.

En congruencia con el Artículo 5, el Proyecto contribuye a los fines de la Comisión al generar información técnica y ambiental que fortalece la gestión ecológica municipal. Asimismo, la Manifestación de Impacto Ambiental presentada ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) constituye el instrumento que permitirá a la autoridad municipal participar y emitir opinión sobre los posibles impactos, conforme a lo previsto por la normativa ambiental aplicable.

En lo relativo a la prevención de la contaminación, el Proyecto promueve la aplicación de tecnologías limpias y medidas operativas para evitar emisiones al aire, al agua y al suelo, cumpliendo con los criterios establecidos por el propio Reglamento y por las disposiciones federales y estatales en materia de calidad ambiental.

En consecuencia, el Proyecto no se contrapone con los objetivos del Reglamento de la Comisión Municipal de Ecología del Municipio de Allende, Guanajuato, sino que contribuye a su cumplimiento mediante la adopción de estrategias de manejo ambiental integral, restauración ecológica y conservación de los recursos naturales, fortaleciendo la gobernanza ambiental local y la gestión sustentable del territorio.

#### *3.7.16.2 Reglamento de Medio Ambiente y Sustentabilidad del Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato(Gobierno Municipal de San Miguel de Allende 2020)*

*Artículo 1.*

*El presente Reglamento es de orden público e interés social y tiene por objeto:*

*I. Definir los principios mediante los cuales se habrá de formular, conducir y evaluar la política ambiental en el Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato, así como los instrumentos y procedimientos para su aplicación;*

*II. Regular el ejercicio de las facultades de las autoridades municipales de San Miguel de Allende, Guanajuato, en materia de conservación del medio ambiente, protección ecológica y restauración del equilibrio ecológico;*

Consulta Pública

*III. Conservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como prevenir los daños al ambiente, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la conservación de los ecosistemas;*

*IV. Establecer y regular las áreas verdes, zonas de preservación ecológica de competencia del Municipio, así como manejar y vigilar aquellas cuya administración se asuma por convenio con la Federación, el Estado u otros municipios;*

*V. Prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo en el Municipio, en aquellos casos que no sean competencia de la Federación o del Estado;*

*VI. Establecer los permisos, licencias o autorizaciones que se requieran para la protección al ambiente en el Municipio, así como el procedimiento que se deberá observar para su gestión;*

*VII. Establecer las medidas de control, de seguridad y las sanciones administrativas que correspondan, para garantizar el cumplimiento y la aplicación de este Reglamento y de las disposiciones que del mismo se deriven;*

*VIII. Regular la responsabilidad por daños mediante mecanismos adecuados para garantizar el beneficio ambiental en los procesos productivos, así como establecer la incorporación de los costos; y*

*IX. Establecer el ámbito de participación de la sociedad en el desarrollo y la gestión ambiental.*

*Artículo 14.*

*El titular de la Dirección tendrá las siguientes atribuciones:*

*XXII. Coadyuvar en el programa de desarrollo y ordenamiento ecológico municipal, así como el control y la vigilancia del uso y cambio de uso de suelo, establecidos en dichos programas.*

*Artículo 38.*

*Previo al permiso de uso de suelo para comercios y servicios en operación en inmuebles edificados, el responsable y/o representante legal, deberá tramitar ante esta Dirección el Dictamen Ambiental, para el giro correspondiente, presentando la documentación siguiente:*

*I. Solicitud designada por esta Dirección;*

*II. Copia simple de la Constancia de Factibilidad de uso de suelo emitida por la Dirección de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial o la Dirección de Centro Histórico y Patrimonio;*

*III. Original del formato de Revisión y de Trámite, proporcionado por la Dirección Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial. El cual debe venir debidamente llenado, firmado;*

*IV. Poder simple y copia de identificación oficial, que acredite la personalidad con la que se ostenta;*

Consulta Pública

*V. Copia del documento que acredite la propiedad o la disposición del predio por parte del responsable del establecimiento (predial) y de ser el caso contrato de arrendamiento;*

*VI. Fotografías recientes del establecimiento. Impresas juntas en hoja carta (firmadas por el responsable del establecimiento);*

*VII. Diagrama de Flujo, en caso de llevar algún proceso.*

*Para lo cual la Dirección determinará lo procedente en un período no mayor a 10 días hábiles.*

*Artículo 189.*

*Corresponde al Municipio:*

*XII. Formular, regular, dirigir y participar en la implementación de acciones de reducción, compensación y mitigación del cambio climático, y de instrumentos de la política ambiental, en las materias de:*

*f. Energías renovables y eficiencia energética.*

**Vinculación Técnica con el Proyecto**

El Proyecto, ubicado en el municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato, se alinea directamente con los principios, objetivos y competencias establecidos en el Reglamento de Medio Ambiente y Sustentabilidad Municipal, al promover un desarrollo ambientalmente responsable, con la integración de programas y acciones orientadas a la conservación, restauración y protección de los ecosistemas locales.

En cumplimiento con el Artículo 1, el Proyecto incorpora una política ambiental que garantiza la prevención de impactos negativos y la conservación del equilibrio ecológico, mediante la aplicación de los siguientes instrumentos de gestión:

Programa de Manejo Integral de Residuos, enfocado en la separación, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el apoyo de empresas autorizadas por la autoridad competente.

Programa de Conservación de Suelo y Agua, mediante el cual se implementan medidas de control de erosión, mantenimiento de escurrimientos naturales y acciones preventivas que contribuyen a la preservación del recurso hídrico y la estabilidad del terreno.

Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, que promueve la protección de las especies nativas y la mitigación de los posibles efectos sobre la biodiversidad del sitio.

Programa de Restauración, que se desarrollará posteriormente en el marco del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), incluyendo la recolección y propagación de material genético (semillas y plántulas) de especies locales, con el fin de restaurar las áreas intervenidas y cumplir con las disposiciones de la legislación forestal.

De acuerdo con el Artículo 14, el Proyecto reconoce las atribuciones municipales en materia de control del uso y cambio de uso de suelo, por lo que se garantizará la coordinación con la Dirección de Medio Ambiente y Sustentabilidad y las demás dependencias competentes,

Consulta Pública

asegurando que cualquier trámite o autorización se apegue a la normatividad vigente y a los programas de ordenamiento ecológico municipal.

En relación con el Artículo 38, el Proyecto cumplirá con los procedimientos administrativos aplicables ante la autoridad ambiental municipal para la obtención de dictámenes, permisos o constancias requeridas, atendiendo en tiempo y forma los requisitos documentales establecidos.

Finalmente, conforme al Artículo 189, el Proyecto contribuye activamente a las políticas municipales en materia de energías renovables y eficiencia energética, al fomentar la generación de energía limpia y sustentable, lo que representa una medida concreta de mitigación del cambio climático y un apoyo directo a las estrategias municipales de desarrollo sustentable.

De esta manera, el Proyecto no se contrapone con ninguna disposición del Reglamento de Medio Ambiente y Sustentabilidad del Municipio de San Miguel de Allende, sino que fortalece sus objetivos mediante la implementación de acciones técnicas, preventivas y compensatorias que aseguran la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad del entorno.

Consulta Pública

**4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN ..... 205**

4.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto ..... 205

4.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional ..... 210

4.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR, medio Abiótico ..... 211

4.3.1 Clima ..... 211

4.3.2 Riesgos hidrometeorológicos ..... 225

4.3.3 Fisiografía ..... 233

4.3.4 Geomorfología ..... 236

4.3.5 Riesgos geológicos ..... 239

4.3.6 Tipos de suelo ..... 246

4.3.7 Erosión hídrica ..... 249

4.3.8 Erosión Eolica ..... 258

4.3.9 Degradación de suelo ..... 264

4.3.10 Agua ..... 267

4.4 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR, Medio Biótico ..... 284

4.4.1 Vegetación ..... 284

4.4.2 Fauna ..... 388

4.4.3 Medio socioeconómico ..... 464

4.4.4 Paisaje ..... 483

4.5 Diagnóstico ambiental ..... 496

4.5.1 Variables para determinar las UA del SAR ..... 497

4.5.2 Diagnóstico ..... 502

4.5.3 Tendencias de cambio ..... 505

**Índice de Mapas**

Mapa 1: Sistema Ambiental Regional (SAR) ..... 206

Mapa 2: Delimitación SAR - AIP ..... 208

Mapa 3: CUS en Obras ..... 209

Mapa 4: Unidades climáticas ..... 213

Consulta Pública

Mapa 5: Rangos de temperatura, CONABIO ..... 216
Mapa 6: Rangos de precipitación ..... 218
Mapa 7: Riesgo por Heladas ..... 226
Mapa 8: Riesgo por Ciclones ..... 227
Mapa 9: Riesgo por granizo ..... 229
Mapa 10: Riesgo por sequías ..... 230
Mapa 11: Riesgo por inundación ..... 232
Mapa 12: Provincias fisiográficas ..... 234
Mapa 13: Subprovincias fisiográficas ..... 235
Mapa 14: Sistema de Topoformas ..... 238
Mapa 15: Fallas y Fracturas ..... 242
Mapa 16: Riesgo por Hundimientos y Deslizamientos ..... 244
Mapa 17: Volcanes ..... 245
Mapa 18: Tipos de suelo (WRB,2015) ..... 248
Mapa 19: Degradación del suelo CONABIO ..... 266
Mapa 20: Cuenca Hidrológica ..... 269
Mapa 21: Subcuenca Hidrográficas ..... 270
Mapa 22: Red hidrográfica SAR ..... 274
Mapa 23: Acuíferos ..... 277
Mapa 24: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del SAR. ..... 296
Mapa 25: Distribución de la vegetación actual en el SAR. ..... 314
Mapa 26: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro del SAR. ..... 395
Mapa 27: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro del AIP. ..... 397
Mapa 28: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro del AP. ..... 399
Mapa 29: Ruta migratoria ..... 420
Mapa 30: Pueblos indígenas con mayor presencia en la entidad. ..... 477
Mapa 31: Regiones indígenas cercanas al AP. ..... 481
Mapa 32: Cuenca Visual ..... 489
Mapa 33: Diagnóstico Ambiental, grado de degradación/conservación de las UE ..... 501

Consulta Pública

## Índice de Figuras

Figura 1:Gráfico, Temperatura Media Mensual ..... 214
Figura 2: Gráfico, Temperaturas Extremas ..... 215
Figura 3: Gráfico, Precipitación media ..... 217
Figura 4: Regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015) con los 2466 municipios que conforman la República Mexicana ..... 239
Figura 5: Riesgo de sismos ..... 240
Figura 6: Mapa de regiones con Igual Erosividad en la República Mexicana (SAGARPA-INIFAP, 2007) ..... 250
Figura 7: Regiones Hidrológicas Administrativas de México ..... 267
Figura 8: Ejemplo de orden de corrientes, Strahler 1957 ..... 271
Figura 9: Representación esquemática del tamaño y forma de la unidad muestral de la vegetación. ..... 288
Figura 10: Ilustración gráfica del muestreo de arbóreas. ..... 288
Figura 11: Ilustración gráfica del muestreo de arbustivas ..... 289
Figura 12: Ilustración gráfica del muestreo de herbáceas ..... 289
Figura 13: Ilustración del muestreo de cactáceas. ..... 290
Mapa 14: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AIP. ..... 299
Mapa 15: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AP. ..... 301
Mapa 16: Distribución de los tipos de vegetación en el SAR de acuerdo con INEGI, serie VII. ..... 312
Figura 17: Gráfica comparativa de la diversidad vegetal genérica y especifica muestreada en el SAR. ..... 318
Figura 18: Curva de acumulación de especies arbóreas del SAR. ..... 319
Figura 19: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas del SAR. ..... 319
Figura 20: Curva de acumulación de especies arbustivas del SAR. ..... 320
Figura 21. Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas del SAR ..... 321
Figura 22: Curva de acumulación de especies herbáceas del SAR. ..... 322
Figura 23: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas del SAR. ..... 322
Figura 24: Curva de acumulación de especies cactáceas del SAR. ..... 323
Figura 25: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies cactáceas del SAR. ..... 324
Mapa 26: Distribución de los tipos de vegetación en el AIP de acuerdo con INEGI, serie VII ..... 335
Mapa 27: Distribución de la vegetación actual en el AIP. ..... 337
Figura 28: Gráfica comparativa de la diversidad vegetal genérica y especifica muestreada en el AIP. ..... 341
Figura 29: Curva de acumulación de especies arbóreas del AIP. ..... 341
Figura 30: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas del AIP. ..... 342

Consulta Pública

Figura 31: Curva de acumulación de especies arbustivas del AIP. ..... 343
Figura 32: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas del AIP. ..... 343
Figura 33: Curva de acumulación de especies herbáceas del AIP. ..... 344
Figura 34: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas del AIP. ..... 345
Figura 35: Curva de acumulación de especies cactáceas del AIP. ..... 346
Figura 36: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies cactáceas del AIP. ..... 347
Mapa 37: Distribución de los tipos de vegetación en el AP de acuerdo con INEGI, serie VII ..... 357
Mapa 38: Distribución de la vegetación actual en el AP. ..... 359
Figura 39: Gráfica comparativa de la diversidad vegetal genérica y especifica muestreada en el AP. ..... 363
Figura 40: Curva de acumulación de especies arbóreas del AP. ..... 363
Figura 41: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas del AP. ..... 363
Figura 42: Curva de acumulación de especies arbustivas del AP. ..... 365
Figura 43: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas del AP ..... 365
Figura 44: Curva de acumulación de especies herbáceas del AP. ..... 366
Figura 45: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas del AP. ..... 367
Figura 46: Curva de acumulación de especies cactáceas del AP. ..... 368
Figura 47: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies cactáceas del AP. ..... 368
Figura 48: Dendrograma del índice de Sørensen -Dice para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP. ..... 379
Figura 49: Dendrograma del índice de Jaccard para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP. ..... 381
Figura 50: Dendrograma del índice de Morisita para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP. ..... 383
Figura 51: Dendrograma del índice de Horn para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP. ..... 385
Figura 52: Representación esquemático del tamaño y forma de la unidad muestral de la fauna ..... 391
Figura 53: Ilustración gráfica del muestreo de mamíferos ..... 392
Figura 54: Ilustración gráfica del muestreo de aves ..... 393
Figura 55: Ilustración gráfica del muestreo de reptiles ..... 393
Figura 56: Ilustración gráfica del muestreo de anfibios ..... 394
Figura 57: Gráfica comparativa de la diversidad de vertebrados terrestres genérica y específica muestreada en el SAR ..... 424
Figura 58: Curva de acumulación de especies del SAR ..... 424
Figura 59: Curva de rarefacción y extrapolación de especies ..... 425
Figura 60: Gráfica comparativa de la diversidad de vertebrados terrestres genérica y especifica muestreada en el AIP ..... 434
Figura 61: Curva de acumulación de especies del AIP ..... 435

Consulta Pública

Figura 62: Curva de rarefacción y extrapolación de especies ..... 436
Figura 63: Gráfica comparativa de la diversidad de vertebrados terrestres genérica y especifica muestreada en el AP ..... 445
Figura 64: Curva de acumulación de especies en el AP ..... 445
Figura 65: Curva de muestreo de rarefacción y extrapolación ..... 446
Figura 66: Ejemplo de planta fotovoltaica (PV) ..... 460
Figura 67 Ejemplo de planta de energía solar concentrada a gran escala (CSP) ..... 460
Figura 68: Imágenes captadas en la supervisión de un Parque Fotovoltaico ..... 461
Figura 69: Relación hombres - mujeres ..... 466
Figura 70: Características visuales básicas de los componentes del paisaje(Anon 1992). ..... 487
Figura 71: Variable A, Uso de suelo y Vegetación Actual ..... 498
Figura 72: Variable B, Degradación del suelo ..... 499
Figura 73: Variable C, Grado de Pendiente ..... 500
Figura 74: Áreas de cultivo en el SAR, de acuerdo a la imagen satelital 2017 ..... 503
Figura 75: Áreas de cultivo en el SAR, de acuerdo a la imagen satelital 2024 ..... 504

## Índice de Tablas

Tabla 1: Temperatura Media Mensual ..... 214
Tabla 2: Temperaturas extremas ..... 215
Tabla 3: Precipitación media ..... 217
Tabla 4: Radiación solar global media ..... 220
Tabla 5: Factor de corrección para zonas áridas ..... 220
Tabla 6: Evapotranspiración mensual Turc (1961) ..... 221
Tabla 7: Valores de Radiación Solar Extraterrestre ..... 222
Tabla 8: Valores de Hora Sol Máximas ..... 222
Tabla 9: Dirección y Velocidad del viento a 2m, POWER Data Access Viewer (NASA) ..... 224
Tabla 10: Valores y equivalencias de la Pendiente Media ..... 237
Tabla 11: Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB (tomado de Montes-León et al., 2011) ..... 251
Tabla 12: Valores que toma m en función del grado de pendiente (Becerra,1999) ..... 252
Tabla 13: Factor de C, valores tomados de Montes –León et al., 2011 ..... 253
Tabla 14: Erosión actual total dentro del AP (69.15ha) ..... 255
Tabla 15: Riesgo de Erosión ..... 255

Consulta Pública

Tabla 16: Erosión potencial total dentro del AP (69.15ha) ..... 257
Tabla 17: Incremento en la erosión hídrica del AP ..... 257
Tabla 18: Erosión hídrica potencial del AIP ..... 257
Tabla 19: Erosión hídrica potencial del SAR ..... 257
Tabla 20: Erosión eólica para zonas sin vegetación dentro del AP ..... 261
Tabla 21: Erosión eólica para zonas de uso agrícola dentro del AP ..... 263
Tabla 22: Erosión eólica actual dentro del AP ..... 263
Tabla 23:Erosión potencial del AP ..... 264
Tabla 24: Características de las corrientes principales del SAR, SIATL v 4 ..... 272
Tabla 25: Caudal máximo de las corrientes principales del SAR, SIATL v 4 ..... 273
Tabla 26: Incremento en el Vm debido al CUS y la preparación del Proyecto ..... 279
Tabla 27: Evapotranspiración mensual Turc (1961) ..... 281
Tabla 28: Balance hídrico ..... 281
Tabla 29: Infiltración con Balance Hídrico Actual del SAR ..... 282
Tabla 30: Infiltración con Balance Hídrico Actual del AIP ..... 282
Tabla 31: Infiltración con Balance Hídrico actual del AP ..... 283
Tabla 32: Infiltración con Balance Hídrico Potencial del AP ..... 283
Tabla 33: Comparativa entre infiltración actual y potencial del AP ..... 284
Tabla 34: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto del SAR. ..... 291
Tabla 35: Relación de Nivel de confianza y puntuación z. ..... 292
Tabla 36: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto del AIP. ..... 292
Tabla 37: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto del AP. ..... 293
Tabla 38: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del SAR. ..... 294
Tabla 39: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AIP. ..... 297
Tabla 40: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP. ..... 300
Tabla 41: Listado de especies vegetales registradas para el SAR. ..... 315
Tabla 42: Estimación de especies arbóreas en el SAR. ..... 320
Tabla 43. Estimación de especies arbustivas en el SAR. ..... 321
Tabla 44: Estimación de especies herbáceas en el SAR. ..... 322
Tabla 45: Estimación de especies cactáceas en el SAR. ..... 324
Tabla 46: Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo en el SAR. ..... 325
Tabla 47: Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo en el SAR. ..... 325

Consulta Pública

Tabla 48: Índice de Valor de Importancia del estrato de herbáceas en el SAR. ..... 326
Tabla 49: Índice de Valor de Importancia del estrato de cactáceas en el SAR. ..... 328
Tabla 50: Abundancia relativa de las especies vegetales en el SAR. ..... 329
Tabla 51: Índices para el estrato arbóreo en el SAR. ..... 332
Tabla 52: Índices para el estrato arbustivo en el SAR. ..... 332
Tabla 53: Índices para el estrato herbáceo en el SAR. ..... 332
Tabla 54: Índices para cactáceas en el SAR. ..... 333
Tabla 55: Listado de especies vegetales registradas para el AIP. ..... 338
Tabla 56: Estimación de especies arbóreas en el AIP. ..... 342
Tabla 57: Estimación de especies arbustivas en el AIP. ..... 344
Tabla 58: Estimación de especies herbáceas en el AIP. ..... 346
Tabla 59: Estimación de especies cactáceas en el AIP. ..... 347
Tabla 60: Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo en el AIP. ..... 348
Tabla 61: Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo en el AIP. ..... 348
Tabla 62: Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo en el AIP. ..... 349
Tabla 63: Índice de Valor de Importancia cactáceas en el AIP. ..... 351
Tabla 64: Abundancia relativa de las especies vegetales en el AIP. ..... 352
Tabla 65: Índices para el estrato arbóreo en el AIP. ..... 354
Tabla 66: Índices para el estrato arbustivo en el AIP. ..... 355
Tabla 67: Índices para el estrato herbáceo en el AIP. ..... 355
Tabla 68: Índices para cactáceas en el AIP. ..... 355
Tabla 69: Listado de especies vegetales registradas para el AP. ..... 360
Tabla 70: Estimación de especies arbóreas en el AP. ..... 364
Tabla 71: Estimación de especies arbustivas en el AP ..... 366
Tabla 72: Estimación de especies herbáceas en el AP. ..... 367
Tabla 73: Estimación de especies cactáceas en el AP. ..... 369
Tabla 74: Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo en el AP. ..... 370
Tabla 75: Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo en el AP. ..... 370
Tabla 76: Índice de Valor de Importancia del estrato de herbáceas en el AP. ..... 371
Tabla 77: Índice de Valor de Importancia de cactáceas en el AP. ..... 372
Tabla 78: Abundancia relativa de las especies vegetales en el AP. ..... 373
Tabla 79: Índices para el estrato arbóreo en el AP. ..... 375

Consulta Pública

Tabla 80: Índices para el estrato arbustivo en el AP. ..... 376
Tabla 81: Índices para el estrato herbáceo en el AP. ..... 376
Tabla 82: Índices para cactáceas en el AP. ..... 376
Tabla 83: Abreviaturas de ensambles. ..... 377
Tabla 84: Índice de Sørensen-Dice para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP. ..... 378
Tabla 85: Índice de Jaccard para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP. ..... 380
Tabla 86: Índice de Morisita para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP. ..... 382
Tabla 87: Índice de Horn para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP. ..... 384
Tabla 88: Comparación de índices entre el SAR, AIP y AP. ..... 386
Tabla 89: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto ..... 395
Tabla 90: Relación de Nivel de confianza y puntuación z. ..... 396
Tabla 91: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del SAR ..... 398
Tabla 92: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AIP. ..... 396
Tabla 93: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP. ..... 398
Tabla 94: Valores de puntuación asignados a diferentes tipos de evidencia para calcular la ocurrencia. .... 404
Tabla 95: Listado de fauna potencial ..... 409
Tabla 96: Listado de especies de vertebrados terrestres registradas para el SAR ..... 421
Tabla 97: Especies en la NOM-059-SEMARNAT en el SAR. ..... 422
Tabla 98: Especies en la lista roja de la IUCN en el SAR ..... 422
Tabla 99: Especies en la CITES en el SAR ..... 423
Tabla 100: Especies endémicas en el SAR ..... 423
Tabla 101: Especies migratorias en el SAR ..... 423
Tabla 102: Estimación de especies en el SAR ..... 425
Tabla 103: Números de Hill ..... 425
Tabla 104: Índice de Valor Ecológico de los mamíferos en el SAR ..... 426
Tabla 105: Índice de Valor Ecológico de las aves en el SAR ..... 426
Tabla 106: Índice de Valor Ecológico de los reptiles en el SAR ..... 427
Tabla 107: Abundancia relativa de las especies de mamíferos en el SAR ..... 428
Tabla 108: Abundancia relativa de las especies de aves en el SAR ..... 428
Tabla 109: Abundancia relativa de las especies de reptiles en el SAR de la 1era temporada ..... 429
Tabla 110: Índices para los mamíferos en el SAR ..... 430
Tabla 111: Índices para las aves en el SAR ..... 430

Consulta Pública

Tabla 112: Índices para los reptiles en el SAR ..... 431
Tabla 113: Listado de especies de vertebrados terrestres registradas para el AIP ..... 431
Tabla 114: Especies en la NOM-059-SEMARNAT en el AIP ..... 433
Tabla 115: Especies en la lista roja de la IUCN en el SAR ..... 433
Tabla 116: Especies en la CITES en el SAR ..... 433
Tabla 117: Especies endémicas en el SAR ..... 433
Tabla 118: Especies migratorias en el SAR ..... 434
Tabla 119: Estimación de especies en el AIP ..... 435
Tabla 120: Números de Hill ..... 436
Tabla 121: Índice de Valor Ecológico de los mamíferos en el AIP ..... 437
Tabla 122: Índice de Valor Ecológico de las aves en el AIP ..... 437
Tabla 123: Especies de reptiles en el AIP ..... 438
Tabla 124: Especie anfibios en el AIP ..... 438
Tabla 125: Abundancia relativa de las especies de mamíferos en el AIP ..... 439
Tabla 126: Abundancia relativa de las especies de aves en el AIP ..... 439
Tabla 127: Abundancia relativa de las especies de reptiles en el AIP ..... 440
Tabla 128: Abundancia relativa de las especies de anfibios en el AIP ..... 441
Tabla 129: Índices para los mamíferos en el AIP ..... 441
Tabla 130: Índices para las aves en el AIP ..... 441
Tabla 131: Listado de especies de vertebrados terrestres registradas para el AP ..... 442
Tabla 132: Especies en la lista roja de la IUCN en el AP ..... 443
Tabla 133: Especies en la CITES en el AP ..... 444
Tabla 134: Especies endémicas en el AP ..... 444
Tabla 135: Especies migratorias en el AP ..... 444
Tabla 136: Estimación de especies en el AP ..... 445
Tabla 137: Números de Hill ..... 446
Tabla 138: Especies de mamíferos en el AP ..... 447
Tabla 139: Índice de Valor Ecológico de las aves en el AP ..... 447
Tabla 140: Especies de reptiles en el AP ..... 448
Tabla 141: Especies de anfibios en el AP ..... 448
Tabla 142: Especies de mamíferos en el AP ..... 449
Tabla 143: Abundancia relativa de las especies de aves en el AP ..... 449

Consulta Pública

Tabla 144: Especie de reptil en el AP ..... 450
Tabla 145: Especie de anfibio en el AP ..... 450
Tabla 146: Índices para las aves en el AP ..... 451
Tabla 147: Abreviación de ensambles ..... 452
Tabla 148: Índice de Sørensen-Dice para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP ..... 453
Tabla 149: Índice de Jaccard para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP ..... 454
Tabla 150: Índice de Morisita para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP ..... 455
Tabla 151: Índice de Horn para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP ..... 456
Tabla 152: Especies en la NOM-059-SEMARNAT ..... 457
Tabla 153:Especies en la IUCN ..... 457
Tabla 154: Especies en la CITES ..... 457
Tabla 155: Especies endémicas ..... 458
Tabla 156: Índices de diversidad en aves ..... 459
Tabla 157: Población 1990 – 2020 ..... 465
Tabla 158: Indicadores de marginación municipal 2020 ..... 467
Tabla 159:Indicadores de Desarrollo Humano, 2015 ..... 467
Tabla 160: Principales indicadores de migración, 2020 ..... 468
Tabla 161: Principales indicadores de características educativas de la población, 2020 ..... 469
Tabla 162: Principales indicadores en salud y seguridad social, 2020 ..... 469
Tabla 163: Disponibilidad de bienes en las viviendas ..... 470
Tabla 164: Situación en el trabajo, INEGI 2020. ..... 470
Tabla 165: Personal ocupado por sector ..... 471
Tabla 166: Población indígena en el municipio del área de influencia del proyecto ..... 474
Tabla 167: Población indígena y afromexicana en las localidades del área de influencia del proyecto. ..... 475
Tabla 168: Lengua indígena municipal ..... 478
Tabla 169: Lenguas más habladas en el municipio ..... 478
Tabla 170: Población en hogares indígenas en las localidades del Área de Influencia del proyecto ..... 478
Tabla 171: Localización de las cuencas visuales ..... 488
Tabla 172: Evaluación de la calidad visual ..... 491
Tabla 173: Factores para evaluar fragilidad en el paisaje ..... 493
Tabla 174: Evaluación de Capacidad de absorción, utilizando determinación de fragilidad ..... 495
Tabla 175: Valor asignado al Uso de Suelo y Vegetación de acuerdo al grado de conservación. ..... 497

Consulta Pública

Tabla 176: Valor asignado al grado de Degradación del suelo ..... 498
Tabla 177: Valor asignado a los Grados de Pendiente ..... 499
Tabla 178: Valor obtenido de acuerdo al grado de conservación ..... 500

Consulta Pública

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

## 4.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

Para llevar a cabo el diagnóstico de un sistema territorial existen numerosos enfoques. Gómez Orea en su libro Ordenación Territorial (2007) adopta una aproximación por subsistemas y menciona los siguientes:

- **Medio físico:** elementos y procesos naturales del territorio.
- **Población:** sus actividades de producción, consumo y relación social.
- **Sistema de asentamientos:** el conjunto de asentamientos humanos y los canales a través de los que se relacionan.
- **Marco legal e institucional**: regula y administra las reglas de funcionamiento.

Todos estos componentes pueden ser inventariados, analizados y cartografiados utilizando los Sistemas de Información geográfica (SIG).

Para delimitar el Sistema Ambiental Regional (SAR) de este proyecto, se procesó (en software ArcGIS 10.5) la información referente a hidrografía, topografía, orografía y altimetría.

Considerando que el SAR puede acotarse a las delimitaciones regionales; como lo son los límites ya establecidos por las subcuencas, la red hidrográfica y las vías de comunicación, mismas que funcionan como barreras físicas, se establece que la información relacionada con hidrografía, así como caminos y carreteras, es la más significativa.

De acuerdo con este contexto, se exponen las siguientes consideraciones encontradas durante el proceso de delimitación del SAR:

Se localiza en la Región Hidrológico-Administrativa VIII “Lerma – Santiago - Pacifico”, Región Hidrológica N°12 “Río Lerma - Santiago”, cuenca “Río Lajas” (RH12H) y dentro de las subcuencas Presa Ignacio Allende” (RH12Hb) y la “Presa Laja Pañuelitas” (RH12Ha).

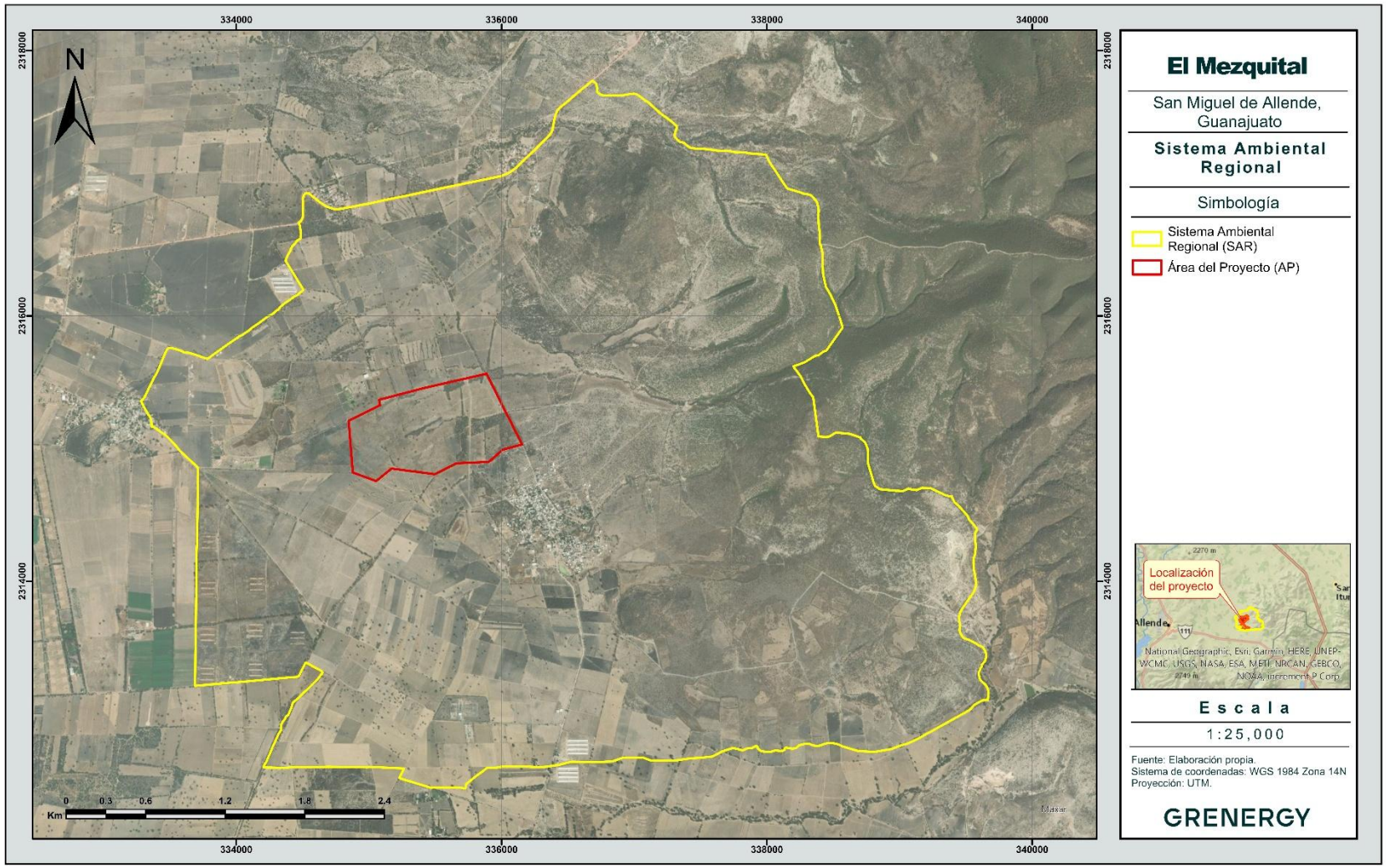
Se delimita del noroeste al norte por la carretera estatal que conecta a Laguna Escondida hasta la localidad de El Colorado, para después conectar al noreste con un camino de brecha; la parte este se encuentra delimitada por una corriente de orden 2 afluente del Arroyo Loma Larga, al igual que la delimitación del sur se encuentra dada por parte de este arroyo, esto hasta conectar la parte suroeste y este con un camino estatal que conecta hasta la localidad de Laguna Escondida.

Una vez realizados los procesos y analizada la información, se obtuvo el polígono que se muestra en el siguiente mapa, mismo que cuenta con las características solicitadas, entre las cuales destacan:

- Está delimitado en un sistema de proyección UTM 14N Datum WGS 1984.
- Contiene una continuidad en sus procesos ecológicos.
- Es adecuado en forma, tamaño y ubicación respecto al Proyecto.
- Es una unidad de análisis adecuada para el Proyecto

Consulta Pública

***Mapa 1: Sistema Ambiental Regional (SAR)***



El Área de influencia del proyecto (AIP), se establece como una parte del SAR con potencial influencia hacia y desde el proyecto y está contenida en el mismo sistema; es el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto, y que tienen potencial de alterar algún elemento ambiental. En este caso, el AIP se definió utilizando los límites de los predios aledaños desde los que el Proyecto podría ser visto.

El Área del Proyecto (AP), es el área directamente afectada por la construcción de la infraestructura (temporal y permanente) y se localiza en los municipios de San Miguel de Allende, en el estado de Guanajuato.

Una vez definidos el SAR, AIP y AP se procedió a describir la línea de base, esto se realizó considerando la compilación y el análisis de información bibliográfica existente. Posteriormente se realizaron visitas a campo para el reconocimiento de la zona y recopilación de información específica tanto del medio físico, biótico y social. Además de definir y evaluar la línea base ambiental, se identificaron los patrones de cambio observados en los últimos años, con la finalidad de poder extrapolar el estado del medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo.

Las dimensiones de las superficies de cada área se definen a continuación:

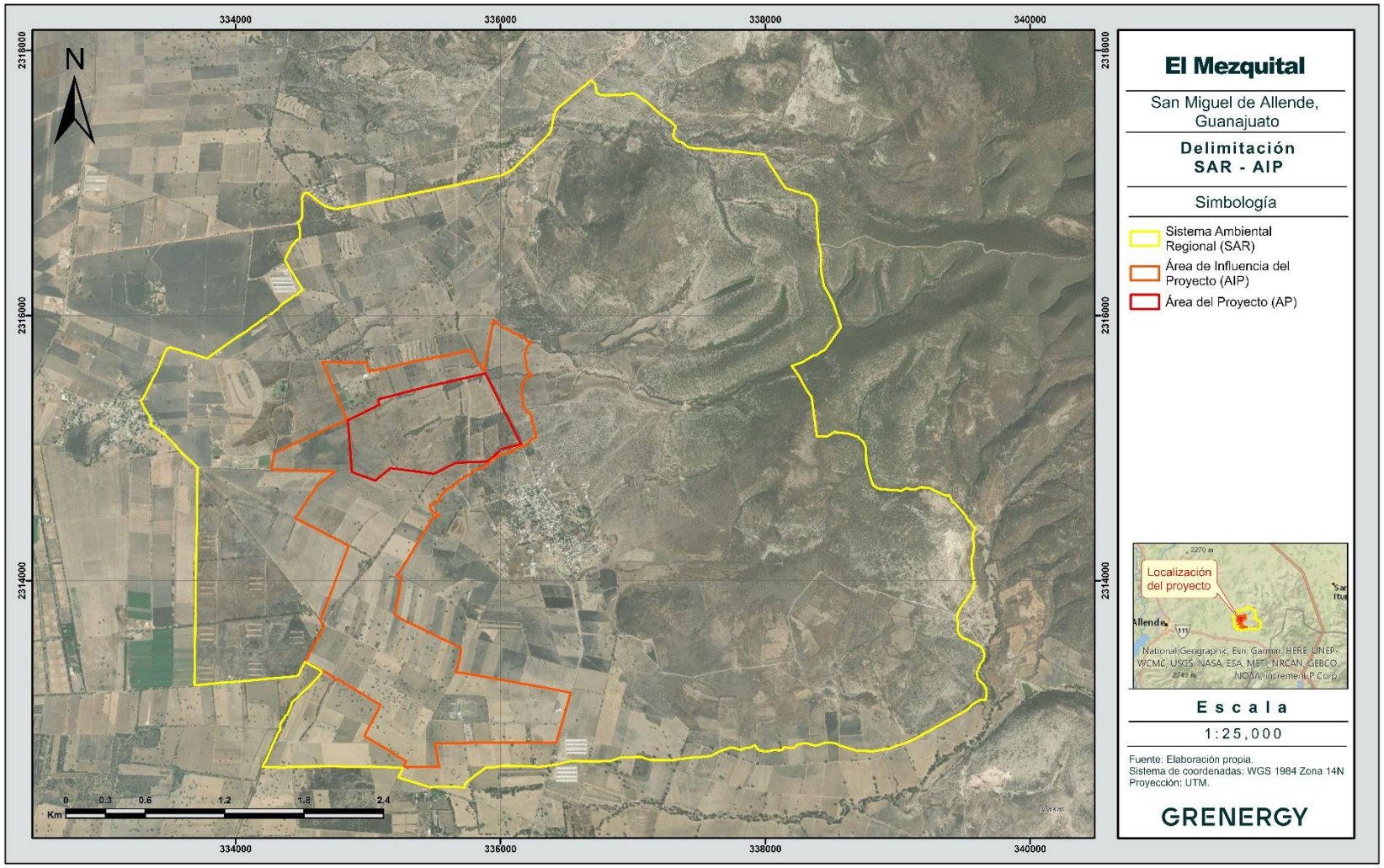
- Sistema Ambiental Regional (SAR) **2,255.14ha**
- Área de Influencia del Proyecto (AIP) **333.13ha**
- Área del Proyecto (AP) **69.15ha**
    - Cambio de Uso de Suelo **29.5ha**

Cabe mencionar que dentro de la superficie del AP solo se requerirá el CUS de 29.5ha, correspondientes a la superficie del polígono de obras cubierta por vegetación forestal (Mezquital Huizachal).

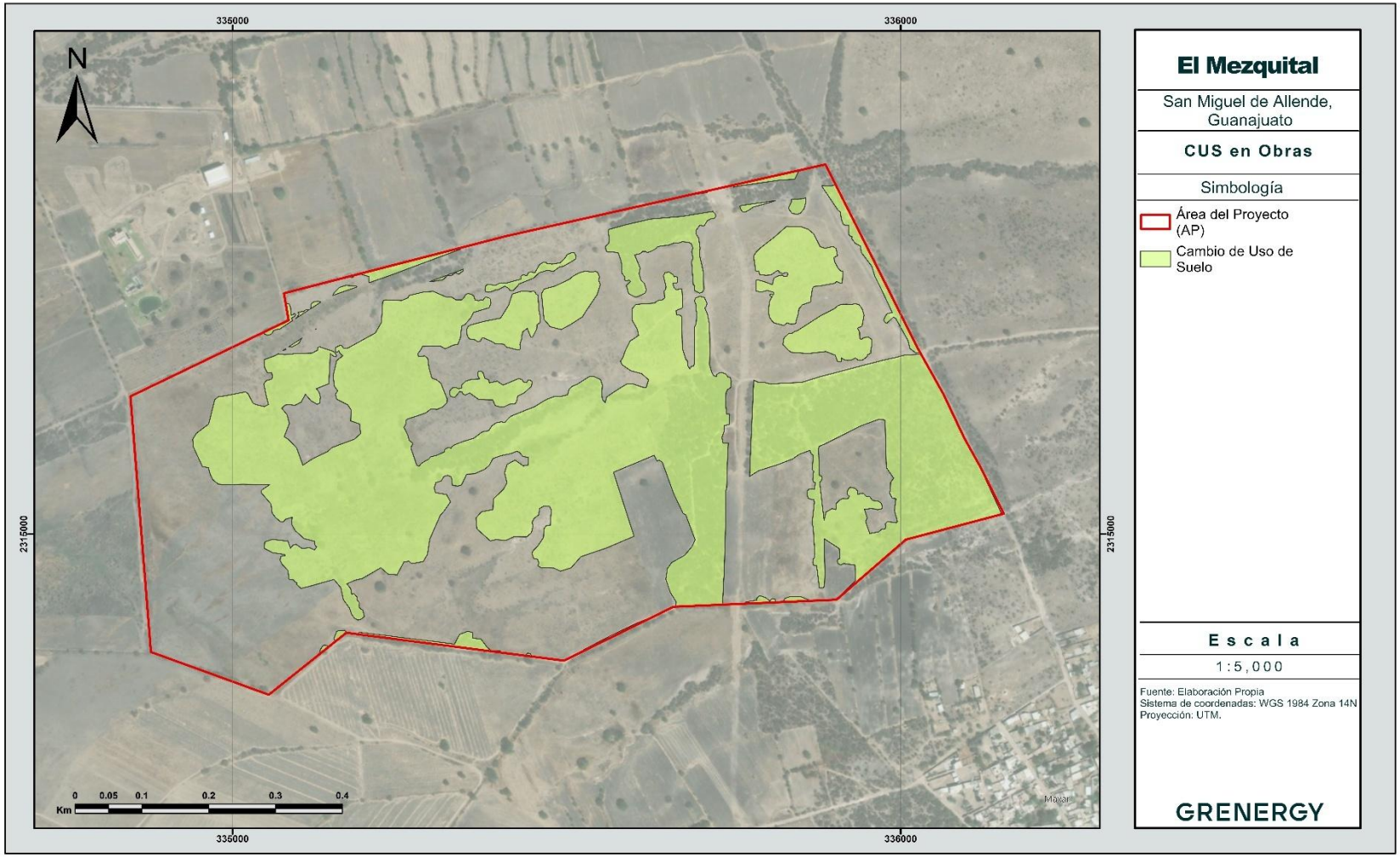
Todas las coordenadas de cada uno de los vértices que delimitan la poligonal de las tres áreas se adjuntan en hojas de cálculo de Microsoft Excel, llamada “Coordenadas” con formato .xls y .csv, en el anexo del capítulo 2. Estas coordenadas se encuentran en el sistema proyectado Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS 1984. Zona 14N

Consulta Pública

***Mapa 2: Delimitación SAR - AIP***



***Mapa 3: CUS en Obras***



## 4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El SAR delimitado para este proyecto se encuentra en los municipios de **San Miguel de Allende, estado de Guanajuato;** dentro de la subprovincia fisiográfica de “Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato”, perteneciente a la provincia fisiográfica “Mesa del Centro”; esta se caracteriza por su afectación derivado del volcanismo del Terciario, con la resultante actual de llanuras amplias interrumpidas por sierras principalmente de rocas ígneas ácidas, aunque en la zona también hay rocas calizas y algunas metamórficas. En una zona donde la morfología del terreno está representada por una llanura Aluvial, así como, por Sierra Alta Escarpada, estas llanuras son áreas continuas de la superficie terrestre, relativamente planas, a veces suavemente quebradas y onduladas, pero sin elevaciones o depresiones prominentes; por otra parte, las sierras se caracterizan por ser un sistema montañoso con elevaciones con picos quebrados.

Es derivado a lo anterior, que, dentro del SAR, exista una fisiografía y topoforma variado, que van desde llanuras hasta montañas, lo cual, favorece la realización de actividades de tipo ganadero y agrícola.

La red hidrográfica dentro del SAR está compuesta por 3 principales corrientes las cuales corresponden a los arroyos Colorado, Loma Larga y Blanco, siendo este último uno de los afluentes del Rio Laja, uno de los más caudalosos del estado de Guanajuato y por el cual recibe el nombre de la cuenca al que pertenece el SAR.

En cuanto a cuerpos de agua, se localizan múltiples de pequeño tamaño siendo en su mayoría de tipo intermitente.

Se trata de un tramado de áreas de agricultura con diferentes tipos de suministros de agua incluyendo de temporal como de riego, así como distintas temporalidades de producción. Debido a esto y a que la tierra está distribuida de manera adecuada, el terreno ha sido utilizado para el desarrollo de sectores como la agricultura, permitiendo el cultivo de maíz.

La ganadería es otro de los sectores que favorecen la economía, en donde las condiciones naturales propician el desarrollo de dicha actividad. Se da la producción de cabezas de ganado vacuno principalmente, encontrándose zonas de echaderos.

Esto se corrobora con la serie VII de la clasificación de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI; donde se puede observar que, la mayoría del SAR, está conformado por zonas destinadas a la agricultura de temporal anual principalmente, así como, asociaciones arvenses, las cuales son plantas silvestres que prosperan en áreas cultivadas, compartiendo el paisaje agrario.

Estas asociaciones se caracterizan por competir con las especies cultivadas por recursos como agua, luz y nutrientes. También pueden liberar sustancias químicas (alelopatía) que afectan negativamente a otros cultivos o, en un contexto agroecológico, servir de hábitat para polinizadores y otros organismos beneficiosos.

Consulta Pública

Dichas actividades han ocasionado la fragmentación del hábitat y de la vegetación natural, pudiendo apreciarse remantes de vegetación, que corresponden a maleza que se encuentran asociados a las cercanías con los cultivos.

En cuanto al suelo y de acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la zona del SAR presenta una parte Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, la perdida de materia orgánico conduce a una estructura del suelo, esto derivado de la agricultura intensiva, el sobrepastoreo, la deforestación y el uso de fertilizantes químicos en exceso.

Por otro lado, este cambio de uso de suelo ha propiciado la presencia de fauna asociada al disturbio, como lo son los perros callejeros, ratas, zanates y los tordos (aves indicativas de actividades antropogénicas).

De igual manera, al presentar un cambio visible del estado natural, se puede apreciar la degradación del paisaje. Esto se puede apreciar en gran parte del SAR, misma que presenta evidencia del desarrollo antropogénico, como lo son la variedad de invernaderos y ranchos destinados a la producción avícola, también se localiza la subestación Santa Fe al sur del SAR, algunas localidades como lo son la Laguna Escondida al noroeste, Maravillas, El Colorado ambas al norte.

Dentro del SAR se encuentra infraestructura básica como lo son líneas de transmisión eléctrica; drenaje sanitario y potable, vías de comunicación, como lo son carreteras locales y caminos interpacelarios los cuales conectan entre rancherías y predios agrícolas.

Es debido a estas características que el SAR presenta alteración, ya que se observan indicadores de perturbación y la perdida de los elementos naturales.

Considerando esto, se procedió a analizar las condiciones actuales de los indicadores ambientales dentro del SAR.

Los indicadores ambientales se pueden describir como “medidas físicas, químicas, biológicas o socioeconómicas que mejor representan los elementos clave de un ecosistema o de un tema ambiental”. En este caso, los indicadores ambientales que deberán analizarse a razón de evaluar los impactos que el Proyecto generará son flora, fauna, suelo, agua, calidad escénica y paisaje, así como el medio socioeconómico.

## 4.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR, medio Abiótico

### 4.3.1 Clima

El clima comprende valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un período representativo: temperatura, humedad, presión, viento y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años como mínimo. Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona

Consulta Pública

intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros climáticos.

Los factores naturales que afectan al clima son la latitud, altitud, orientación del relieve, continentalidad (o distancia al mar) y corrientes marinas. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente.

El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es difícil de predecir. Por una parte, hay tendencias a largo plazo debidas normalmente a variaciones sistemáticas como la de la concentración de los gases de efecto invernadero, la de la radiación solar o los cambios orbitales.

Para el estudio del clima hay que analizar los elementos del tiempo: la temperatura, la humedad, la presión, los vientos y las precipitaciones. De ellos, las temperaturas medias mensuales y los montos pluviométricos mensuales son los datos más importantes que normalmente aparecen en los gráficos climáticos.

#### *4.3.1.1 Tipos de clima*

Las fórmulas para el tipo de clima de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (García, E. 1964), que se encuentra en el SAR es:

- BS1kw(w)
- BS1Kw

Mientras que el AIP y AP corresponden a:

- BS1kw(w)

Donde, según las definiciones del Diccionario de Datos de climas de INEGI (INEGI 2021):

**B:** Seco (corresponde a con temperaturas diversas y la evaporación excede a la precipitación)

**$S_1$:** Semiseco (corresponde a coeficiente mayor de 22.9)

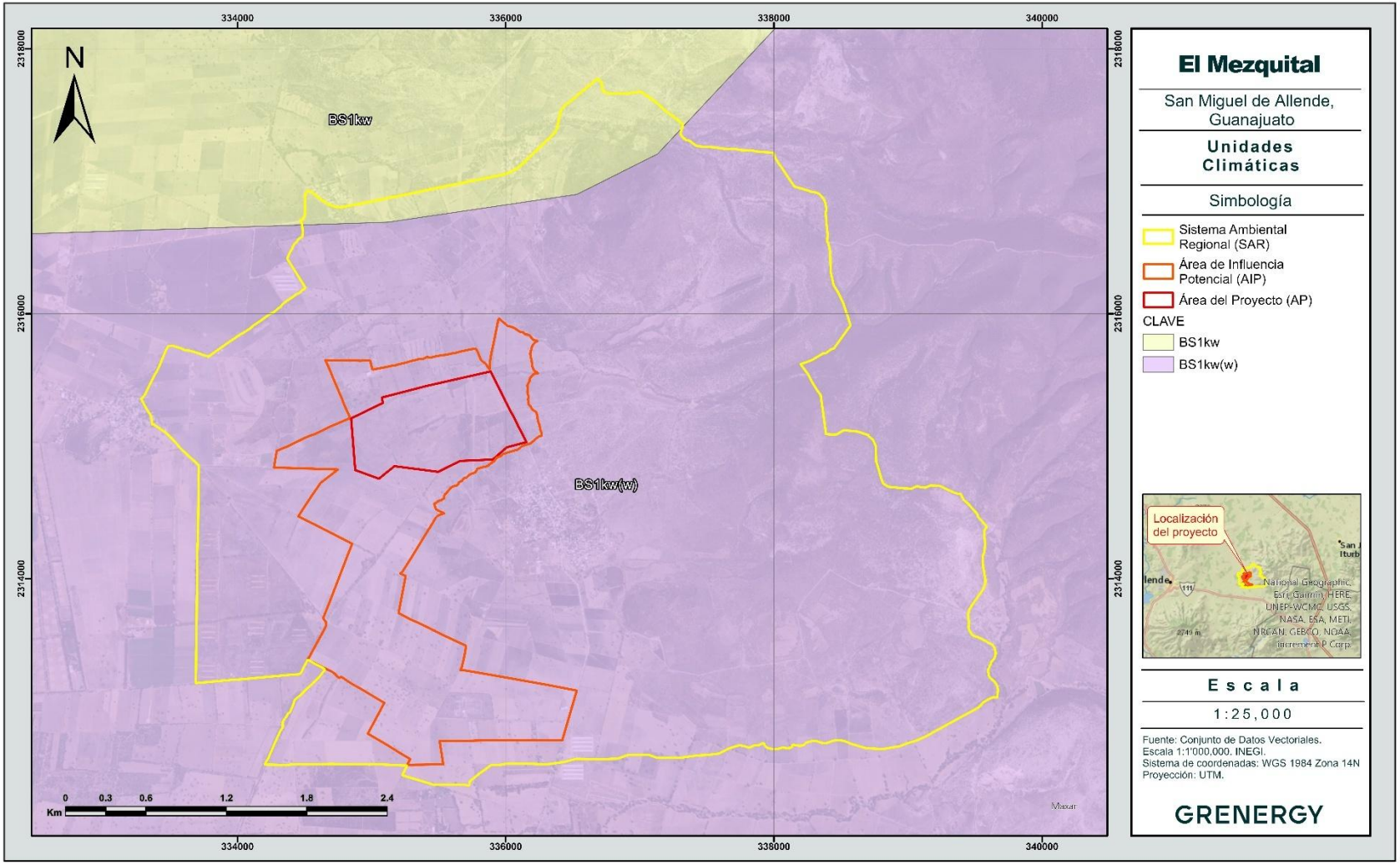
**k**: Templado de los secos con verano cálido (corresponde a temperaturas medias, anual entre 12° a 18° C, del mes más frío entre -3° y 18° C y del mes más cálido >18°C.)

**w:** Subhúmedo corresponde (son aquellos cuyo régimen de lluvias es de verano, escasas todo el año o de invierno)

**(w)**: Subhúmedo (son aquellos cuyo régimen de lluvias es de verano, escasas todo el año o de invierno)

Consulta Pública

***Mapa 4: Unidades climáticas***



Los datos mensuales y anuales de temperatura y precipitación fueron recopilados mediante el “POWER Data Access Viewer” v2.4.2, perteneciente a la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), ingresando las coordenadas del AP y seleccionando los parámetros a reportar. Esta herramienta cuenta con los datos registrados en un periodo de 43 años (1981 – 2024), de los cuales se obtuvieron promedios mensuales y anuales, mismos que se presentan a continuación:

#### *4.3.1.2 Temperatura*

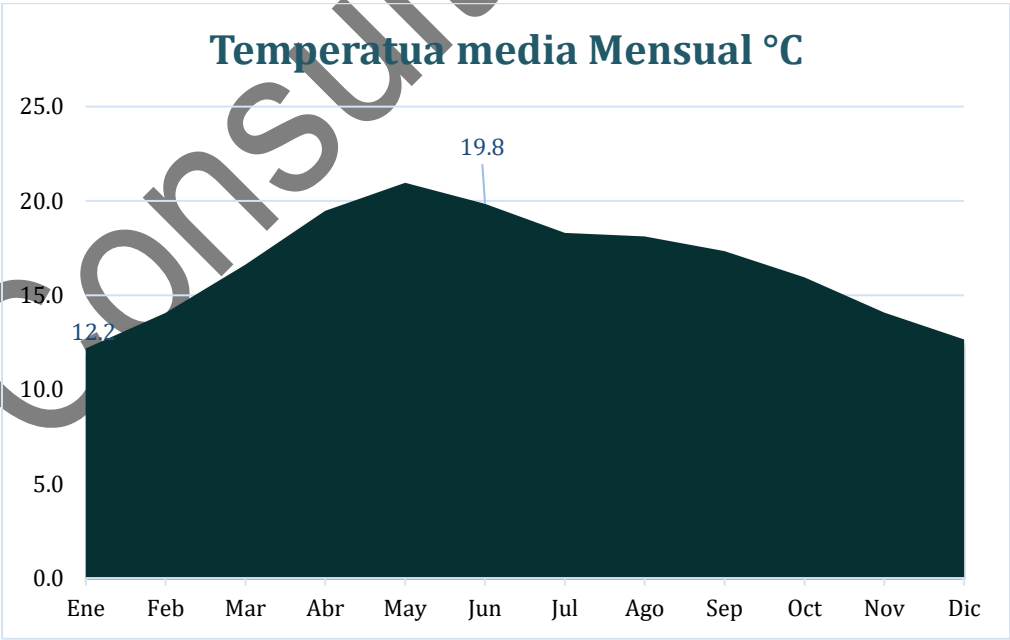
La temperatura media normal más baja se presenta en el mes de enero con **12.1°C** y la más alta en el mes de mayo con **20.9°C.** La temperatura media normal anual registrada es de **16.6°C.**

Según las Isotermas medias anuales, escala 1:1’000,000 de CONABIO, el rango de temperatura presente en el SAR, se encuentra entre los 14° hasta los 18°, mientras que en el AIP y AP va desde los 16° hasta los 18°C.

***Tabla 1: Temperatura Media Mensual***

| Temperatura Media Mensual °C | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Periodo | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | **Anual** |
| 1981 - 2024 | 12.1 | 14.0 | 16.6 | 19.4 | 20.9 | 19.8 | 18.3 | 18.1 | 17.3 | 15.9 | 14.0 | 12.6 | **16.63** |
| Coordenadas de localización: | | | | | | Latitud 20.929818° Longitud -100.581822° | | | | | | | |
| **Fuente POWER DAV v2.4.2, NASA** | | | | | | | | | | | | | |

***Figura 1:Gráfico, Temperatura Media Mensual***




Consulta Pública

#### *4.3.1.2.1 Temperaturas extremas*

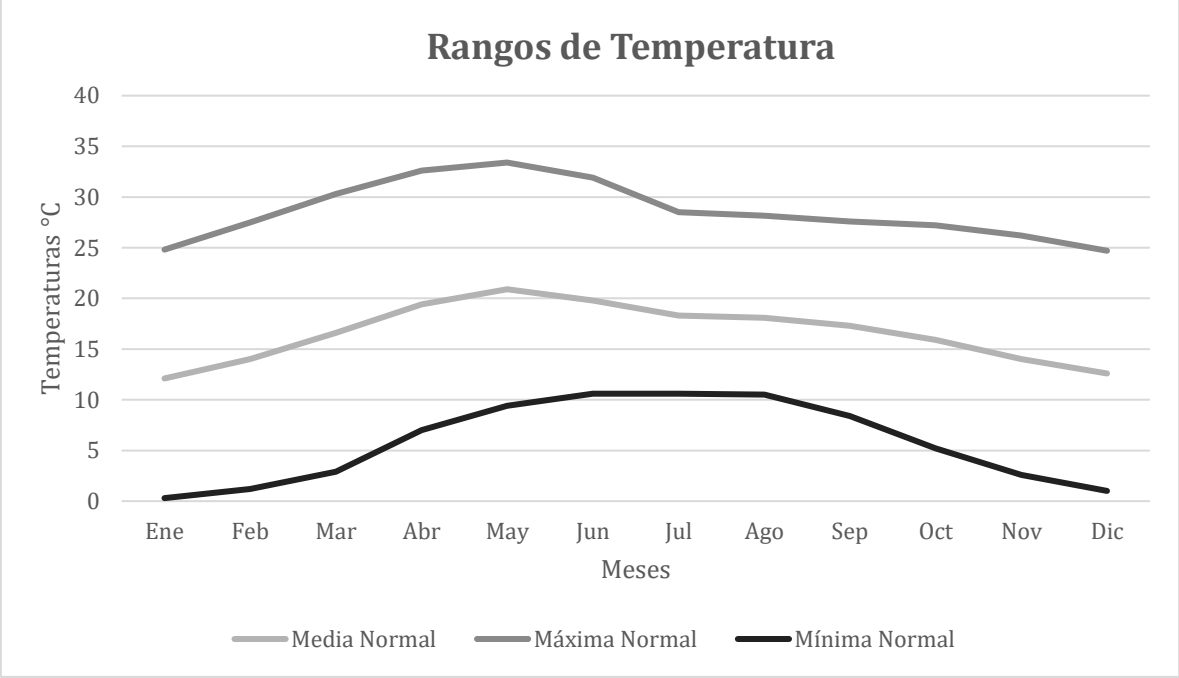
La temperatura máxima normal anual registrada es de **28.6°C**; con la máxima mensual más alta registrada durante el mes de **mayo**, con **33.4°C.**

La temperatura mínima normal anual registrada es de **5.8°C** y la mínima mensual más baja se registra durante el mes de enero, con **0.3°C**.

***Tabla 2: Temperaturas extremas***

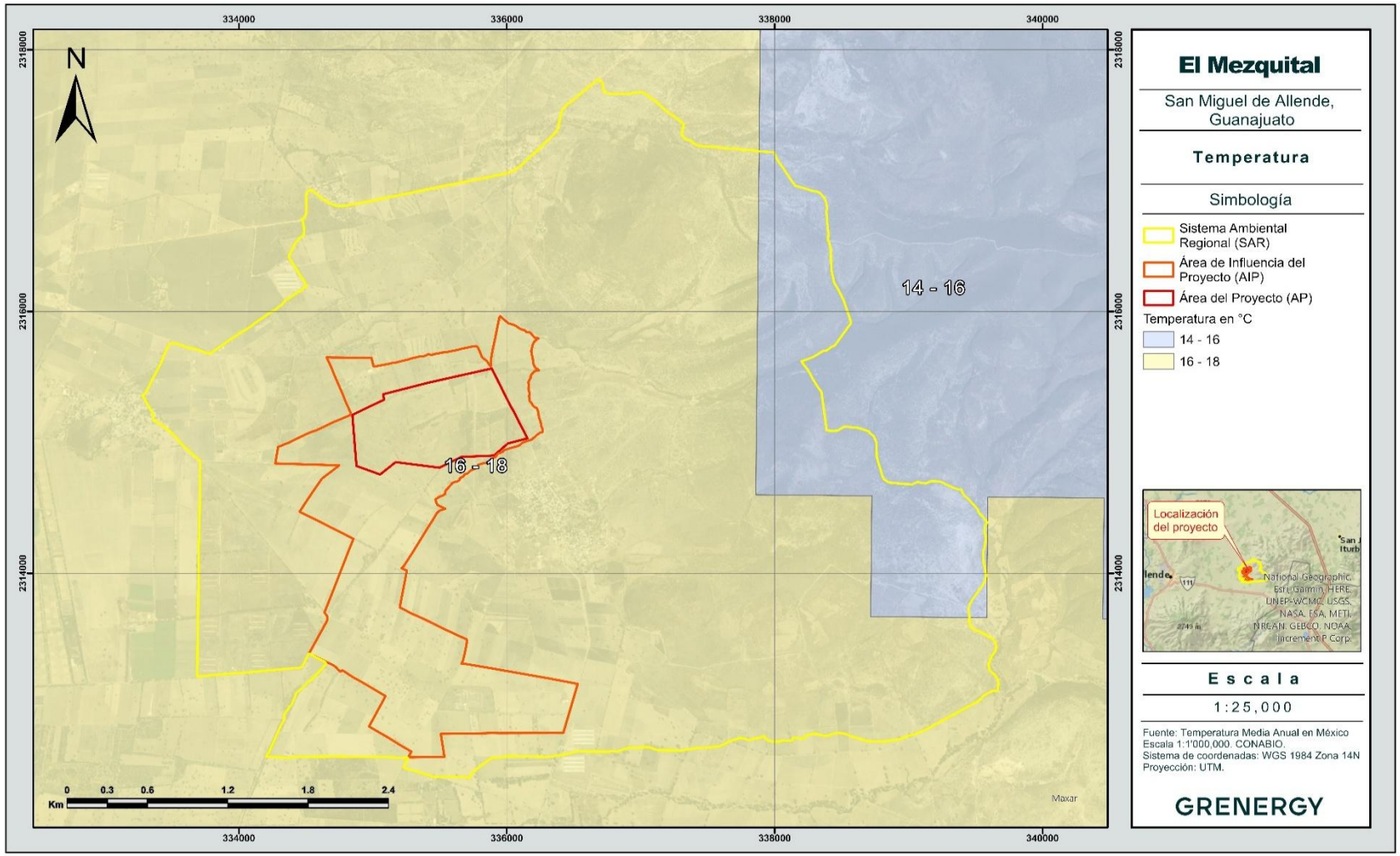
| Temperatura Máximas °C (1981 – 2024) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Coordenadas de localización:** | | | | | | **Latitud 20.929818° Longitud -100.581822°** | | | | | | | |
| Periodo | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | **Anual** |
| Media normal | 12.1 | 14.0 | 16.6 | 19.4 | 20.9 | 19.8 | 18.3 | 18.1 | 17.3 | 15.9 | 14.0 | 12.6 | **16.6** |
| Máxima normal | 24.8 | 27.5 | 30.3 | 32.6 | 33.4 | 31.9 | 28.5 | 28.15 | 27.6 | 27.2 | 26.2 | 24.7 | **28.6** |
| Mínima normal | 0.3 | 1.2 | 2.9 | 7.0 | 9.4 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 8.4 | 5.2 | 2.6 | 1.0 | **5.8** |
| **Fuente POWER DAV v2.4.2, NASA** | | | | | | | | | | | | | |

***Figura 2: Gráfico, Temperaturas Extremas***




Publica

***Mapa 5: Rangos de temperatura, CONABIO***



#### *4.3.1.3 Precipitación*

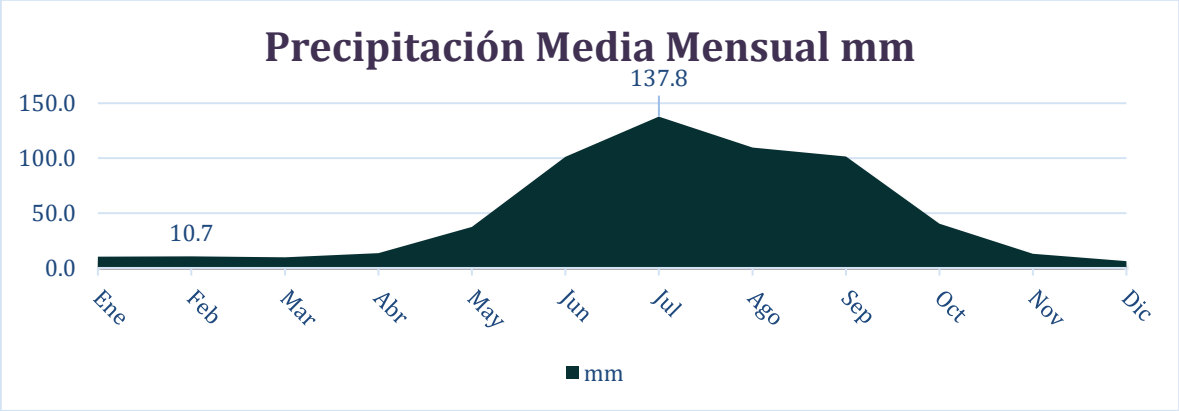
En el área de estudio, la temporada de lluvias se presenta dentro del periodo de mayo a octubre (régimen de lluvias de verano). El mes de julio presenta la mayor cantidad de incidencia pluvial, con un registro de **137.8mm**. Por el contrario, el mes más seco es diciembre, con un valor promedio de **6.2mm.** Así mismo la precipitación normal anual en esta zona es de **592.1mm.**

La precipitación dentro del SAR, AIP y AP va de los 500 a los 800mm; según los datos de Precipitación total anual, escala 1:1'000,000 de CONABIO.

***Tabla 3: Precipitación media***

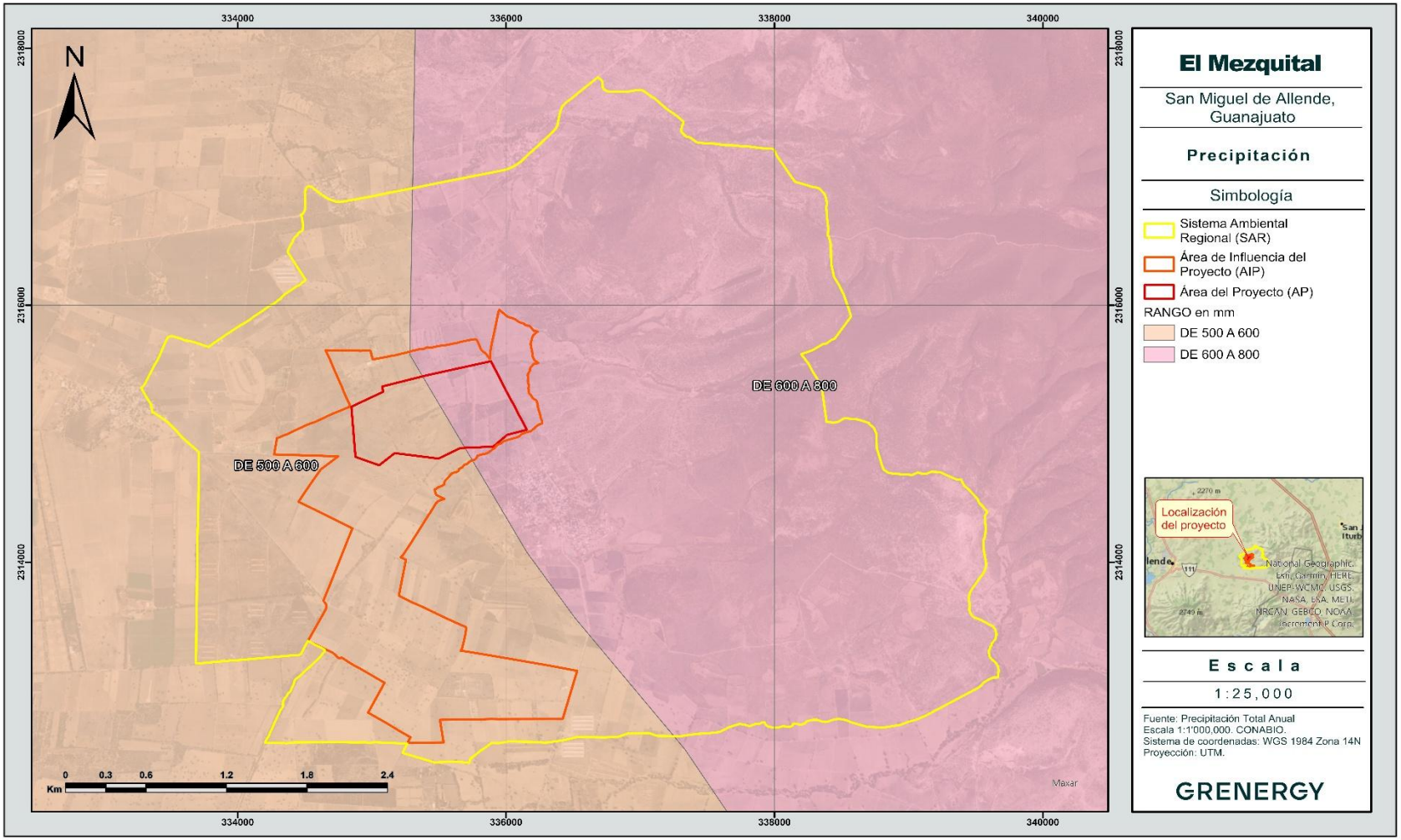
| Precipitación Media Mensual (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Periodo** | **Ene** | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** | **Ago** | **Sep** | **Oct** | **Nov** | **Dic** | **Anual** |
| 1981 - 2024 | 10.2 | 10.7 | 9.7 | 13.6 | 37.4 | 101.3 | 137.8 | 109.7 | 101.6 | 40.3 | 13.0 | 6.2 | **592.1** |
| Coordenadas de localización: | | | | | | Latitud 20.929818° Longitud -100.581822° | | | | | | | |
| **Fuente POWER DAV v2.4.2, NASA** | | | | | | | | | | | | | |

***Figura 3: Gráfico, Precipitación media***




Consulta Pública

***Mapa 6: Rangos de precipitación***



#### *4.3.1.4 Evaporación*

Los valores de evaporación para el área de estudio se calcularon mediante el método de Turc (1961), utilizando los datos climatológicos, de radiación solar y humedad relativa, proporcionados por el POWER DAV (NASA); así como de radiación solar extraterrestre y de número de horas de sol máximas publicadas por Javier Almorox Alonso, en las tablas de la Universidad Politécnica de Madrid (2010), utilizando los datos pertenecientes a la latitud más cercana a la del AP (18).

**Cálculo de la E.T.P. Evapotranspiración potencial mensual (mm)**

$$ETPTURi = fi - [tmi / (tmi+15)] * [Ri+50] * Ci$$

Donde:

**$f_i$ =** Factor de corrección mensual: 0.37 para febrero; 0.4 para el resto de los meses.
**$tm_i$ =** Temperatura media mensual (C°).
**$R_i$ =** Radiación solar global media en el suelo (MJ/m-2/día-1), calculada por medio de la expresión:

$$Ri = Rtt\ (0.18+0.62 * (ni/Ni))$$

Donde:

**Rtt =** Radiación solar extraterrestre (MJ/m-2/día-1)
**ni =** Horas de insolación reales (h/día)
**Ni =** Horas de insolación máxima (h/día)

Consulta Pública

*Tabla 4: Radiación solar global media*

| Radiación Solar Extraterrestre (cal/cm²/día) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| Rtt | 26.7 | 30.8 | 34.8 | 38 | 39.3 | 39.5 | 39.3 | 38.4 | 36 | 32.3 | 28.1 | 25.7 |
| nl | 2.84 | 3.43 | 4.22 | 4.28 | 3.59 | 3.16 | 2.86 | 2.98 | 2.64 | 2.99 | 3.39 | 3.19 |
| NI | 11 | 11.5 | 12 | 12.6 | 13.1 | 13.3 | 13.2 | 12.8 | 12.3 | 11.7 | 11.2 | 10.9 |
| RI | 9.087 | 11.232 | 13.846 | 14.845 | 13.760 | 12.926 | 12.361 | 12.446 | 11.279 | 10.926 | 10.339 | 9.296 |

**$C_i$** = Factor de corrección para zonas áridas, en función de la humedad relativa del mes:

**$C_i = 1$ ; si HR > 50%**

**$C_i = 1 + [(50-HR) / 70]$**

*Tabla 5: Factor de corrección para zonas áridas*

| Factor de corrección de zonas áridas | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| Humedad relativa | 87.04 | 30.8 | 34.8 | 74.55 | 63.92 | 78.08 | 86.24 | 88.44 | 89.43 | 89.08 | 88.78 | 88.35 |
| Factor de corrección | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Consulta Pública

Sustituyendo los datos en el cálculo para la ETP

***Tabla 6: Evapotranspiración mensual Turc (1961)***

| Evapotranspiración Mensual TURC | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Ene** | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** | **Ago** | **Sep** | **Oct** | **Nov** | **Dic** |
| fi | 0.4 | 0.37 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| tm | 12.2 | 14.1 | 16.6 | 19.5 | 21.0 | 19.8 | 18.3 | 18.1 | 17.3 | 15.9 | 14.1 | 12.7 |
| Ri | 9.09 | 11.23 | 13.85 | 14.84 | 13.76 | 12.93 | 12.36 | 12.45 | 11.28 | 10.93 | 10.34 | 9.30 |
| Ci | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| ETP | 10.584 | 10.961 | 13.429 | 14.650 | 14.864 | 14.334 | 13.710 | 13.663 | 13.138 | 12.556 | 11.687 | 10.854 |

Por lo que, en el área de estudio, la evapotranspiración anual alcanza los **154.431 mm**, lo que representa el **26.08%** de la precipitación total anual de **592.14mm.**

Consulta Pública

*Tabla 7: Valores de Radiación Solar Extraterrestre*[1]

## TABLA: RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE

| Lat º Norte | HEMISFERIO NORTE Ra en MJ ·m$^{-2}$·día$^{-1}$ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| 0.0 | 36.1 | 37.6 | 38.0 | 36.8 | 34.8 | 33.4 | 33.8 | 35.5 | 37.1 | 37.4 | 36.5 | 35.7 |
| 2.0 | 35.3 | 37.1 | 37.9 | 37.1 | 35.4 | 34.2 | 34.5 | 36.0 | 37.2 | 37.1 | 35.8 | 34.8 |
| 4.0 | 34.5 | 36.6 | 37.7 | 37.4 | 36.0 | 34.9 | 35.2 | 36.4 | 37.3 | 36.8 | 35.1 | 33.9 |
| 6.0 | 33.6 | 36.0 | 37.5 | 37.6 | 36.6 | 35.6 | 35.8 | 36.8 | 37.3 | 36.4 | 34.3 | 33.0 |
| 8.0 | 32.7 | 35.4 | 37.3 | 37.8 | 37.1 | 36.3 | 36.4 | 37.2 | 37.2 | 35.9 | 33.5 | 32.1 |
| 10.0 | 31.8 | 34.7 | 37.0 | 38.0 | 37.5 | 36.9 | 37.0 | 37.5 | 37.1 | 35.4 | 32.7 | 31.1 |
| 12.0 | 30.9 | 34.0 | 36.7 | 38.0 | 38.0 | 37.5 | 37.6 | 37.8 | 37.0 | 34.9 | 31.8 | 30.1 |
| 14.0 | 29.9 | 33.3 | 36.3 | 38.1 | 38.4 | 38.1 | 38.0 | 38.0 | 36.8 | 34.3 | 30.9 | 29.0 |
| 16.0 | 28.9 | 32.5 | 35.8 | 38.1 | 38.7 | 38.6 | 38.5 | 38.2 | 36.6 | 33.7 | 30.0 | 27.9 |
| 18.0 | 27.8 | 31.7 | 35.4 | 38.1 | 39.0 | 39.1 | 38.9 | 38.3 | 36.4 | 33.0 | 29.1 | 26.9 |
| 20.0 | 26.7 | 30.8 | 34.8 | 38.0 | 39.3 | 39.5 | 39.3 | 38.4 | 36.0 | 32.3 | 28.1 | 25.7 |
| 22.0 | 25.6 | 29.9 | 34.3 | 37.8 | 39.5 | 39.9 | 39.6 | 38.4 | 35.7 | 31.6 | 27.0 | 24.6 |
| 24.0 | 24.5 | 29.0 | 33.7 | 37.7 | 39.7 | 40.3 | 39.9 | 38.5 | 35.3 | 30.8 | 26.0 | 23.4 |
| 26.0 | 23.4 | 28.1 | 33.0 | 37.4 | 39.8 | 40.6 | 40.2 | 38.4 | 34.9 | 30.0 | 24.9 | 22.3 |

*Tabla 8: Valores de Hora Sol Máximas*[2]

## NÚMERO DE HORAS DE SOL MÁXIMAS

Tabla: Número de horas de sol máximas (h/día) para el hemisferio Norte (calculadas para el día de cada mes).

| Lat. º N | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 |
| 2 | 12.0 | 12.1 | 12.1 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.1 | 12.0 | 12.0 |
| 4 | 11.9 | 12.0 | 12.1 | 12.2 | 12.3 | 12.4 | 12.3 | 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.9 | 11.9 |
| 6 | 11.8 | 11.9 | 12.1 | 12.2 | 12.4 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.2 | 12.0 | 11.9 | 11.8 |
| 8 | 11.7 | 11.9 | 12.1 | 12.3 | 12.5 | 12.6 | 12.5 | 12.4 | 12.2 | 12.0 | 11.8 | 11.7 |
| 10 | 11.6 | 11.8 | 12.1 | 12.3 | 12.6 | 12.7 | 12.7 | 12.5 | 12.2 | 11.9 | 11.7 | 11.5 |
| 12 | 11.5 | 11.7 | 12.0 | 12.4 | 12.7 | 12.8 | 12.8 | 12.5 | 12.2 | 11.9 | 11.6 | 11.4 |
| 14 | 11.4 | 11.7 | 12.0 | 12.4 | 12.8 | 12.9 | 12.9 | 12.6 | 12.2 | 11.8 | 11.5 | 11.3 |
| 16 | 11.3 | 11.6 | 12.0 | 12.5 | 12.9 | 13.1 | 13.0 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.4 | 11.2 |
| 18 | 11.2 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.2 | 13.1 | 12.8 | 12.3 | 11.8 | 11.3 | 11.1 |
| 19 | 11.1 | 11.5 | 12.0 | 12.6 | 13.0 | 13.3 | 13.2 | 12.8 | 12.3 | 11.7 | 11.3 | 11.0 |
| 20 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.6 | 13.1 | 13.3 | 13.2 | 12.8 | 12.3 | 11.7 | 11.2 | 10.9 |
| 21 | 11.0 | 11.4 | 12.0 | 12.6 | 13.1 | 13.4 | 13.3 | 12.9 | 12.3 | 11.7 | 11.2 | 10.9 |

[1] Universidad Politécnica de Madrid: http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-3/TABLA-RADIACION-SOLAR- EXTRATERRESTRE. pdf/view?set_l anguage=en

[2] Universidad Politécnica de Madrid: http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-3/TABLA-NUMERO-DE-HORAS-DE-SOL-MAXIMAS.pdf

#### *4.3.1.5 Vientos dominantes*

El viento es un elemento climatológico definido como el aire en movimiento y se describe por dos características: la velocidad y la dirección. Debido a esto, es que se considera un vector con magnitud (dada por la velocidad) y dirección.

Los datos de velocidad de los vientos fueron obtenidos mediante el “POWER Data Access Viewer” v2.4.2, perteneciente a la NASA, ingresando las coordenadas del Proyecto y seleccionando los parámetros de viento, como lo son la velocidad (m/s) y la dirección del mismo (grados).

Esta herramienta cuenta con datos climatológicos, registrados en un periodo de 43 años (enero 1981 – diciembre 2024).

De acuerdo a los datos, la velocidad promedio anual del viento es de **2.64 m/s**, siendo el mes de agosto el que alcanza la velocidad más alta, con **2.94 m/s**.

Respecto a la dirección del viento, los datos indican que la dirección promedio anual del viento se dirige hacia el norte-noroeste (NNO) con **357.69 grados**

Consulta Pública

*Tabla 9: Dirección y Velocidad del viento a 2m, POWER Data Access Viewer (NASA)*

| Evapotranspiración Mensual TURC | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Ene** | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** | **Ago** | **Sep** | **Oct** | **Nov** | **Dic** | **Anual** |
| Velocidad | 2.79 | 2.74 | **2.94** | 3.1 | 2.8 | 2.25 | 2.19 | 2.04 | 2.03 | 2.53 | 2.76 | 2.74 | **2.64** |
| Grados | 346.17 | 351.47 | 17.4 | 66.21 | 68.94 | 35.02 | 2.56 | 357.54 | 353.55 | 348.97 | 347.73 | 344.69 | **357.69** |
| Dirección | NNO | NNO | N | NE | ENE | ENE | N | NNO | NNO | NNO | NNO | NNO | **NNO** |
| **Datos climatológicos pertenecientes al periodo enero 1981 – diciembre 2024** | | | | | | | | | | | | | |

Consulta Pública

### 4.3.2 Riesgos hidrometeorológicos

#### *4.3.2.1 Heladas*

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella. Durante los meses fríos del año en México (noviembre-febrero), se presentan temperaturas menores de 0°C debido al ingreso de aire polar continentales, generalmente secas, provenientes de Estados Unidos. Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que desde finales del otoño, se desplazan de norte a sur sobre el país.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres y debido a la ubicación del SAR, AIP y AP; el riesgo por bajas temperaturas es **medio.**

#### *4.3.2.2 Ciclones (huracanes)*

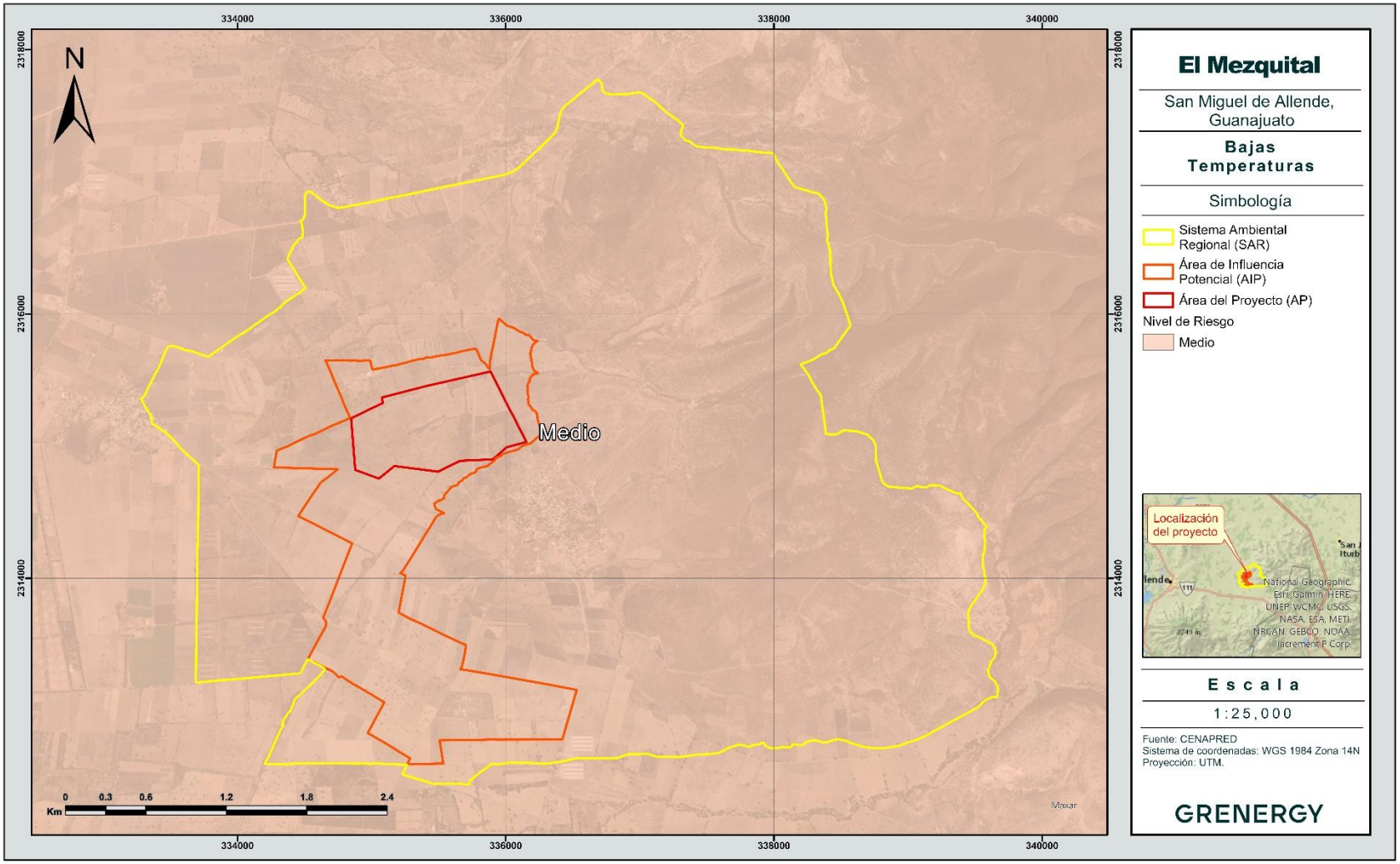
Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañada de lluvias intensas. Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y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

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

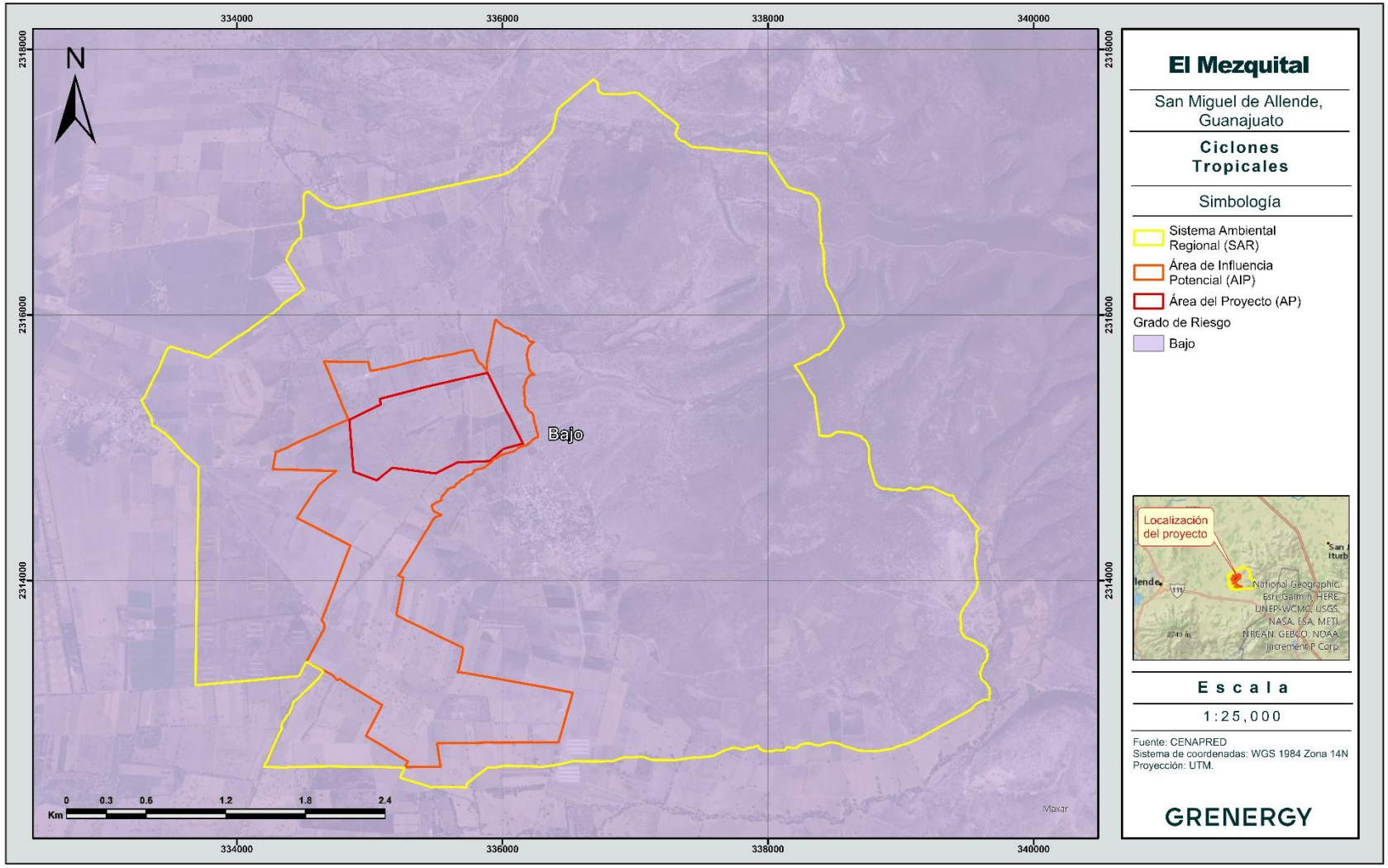
De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres y debido a la localización del SAR, AIP y AP; el riesgo por ciclones es **bajo**.

Consulta Pública

***Mapa 7: Riesgo por Heladas***



***Mapa 8: Riesgo por Ciclones***



#### *4.3.2.3 Granizo*

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

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento características de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm; las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

Conforme al Atlas Nacional de Riesgos elaborado por el CENAPRED, el SAR, AIP y AP se encuentran en una zona donde el riesgo por granizo es **bajo**.

#### *4.3.2.4 Sequías*

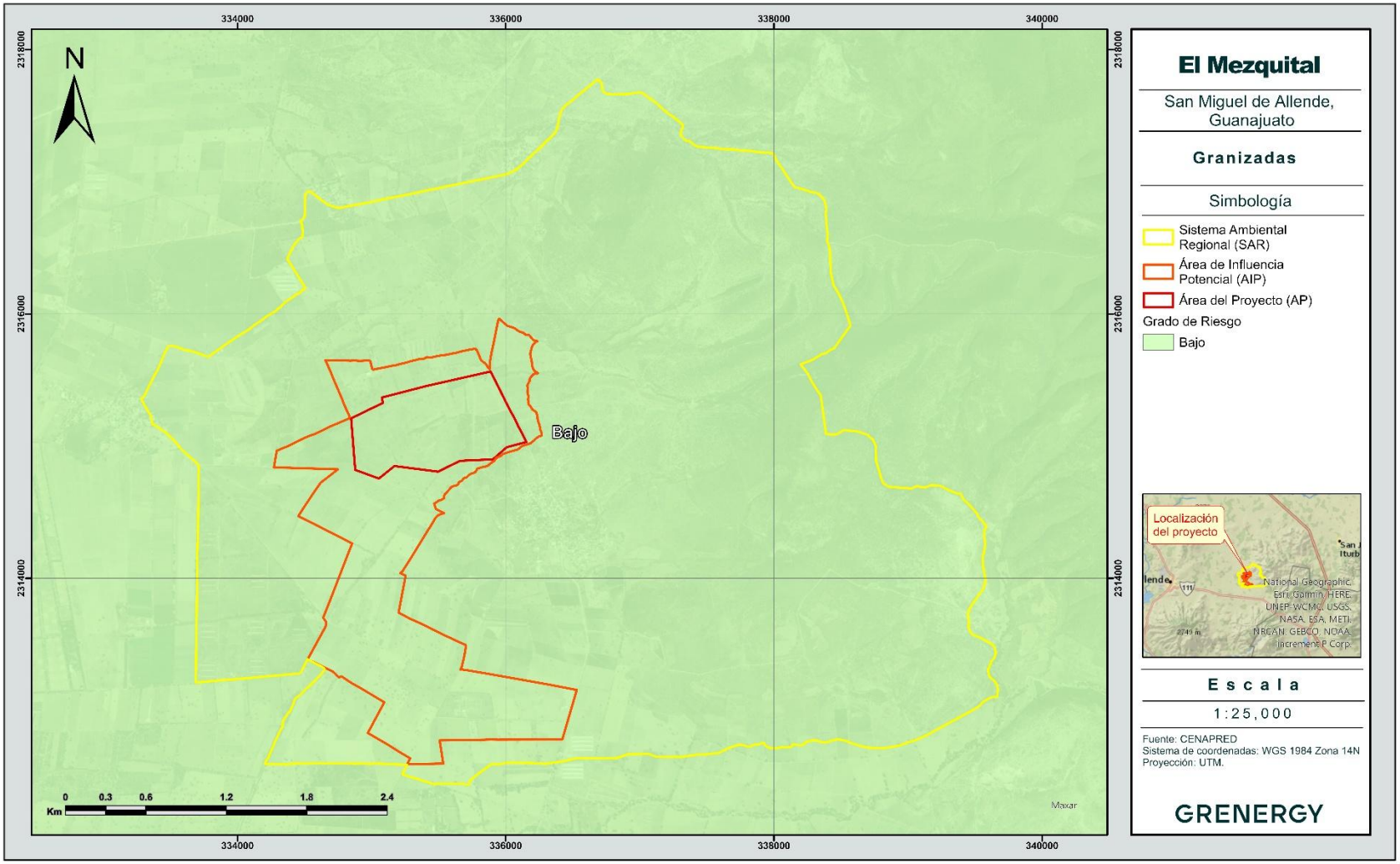
La sequía es una condición normal y recurrente del clima. Ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como el cambio en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región. Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto de la sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

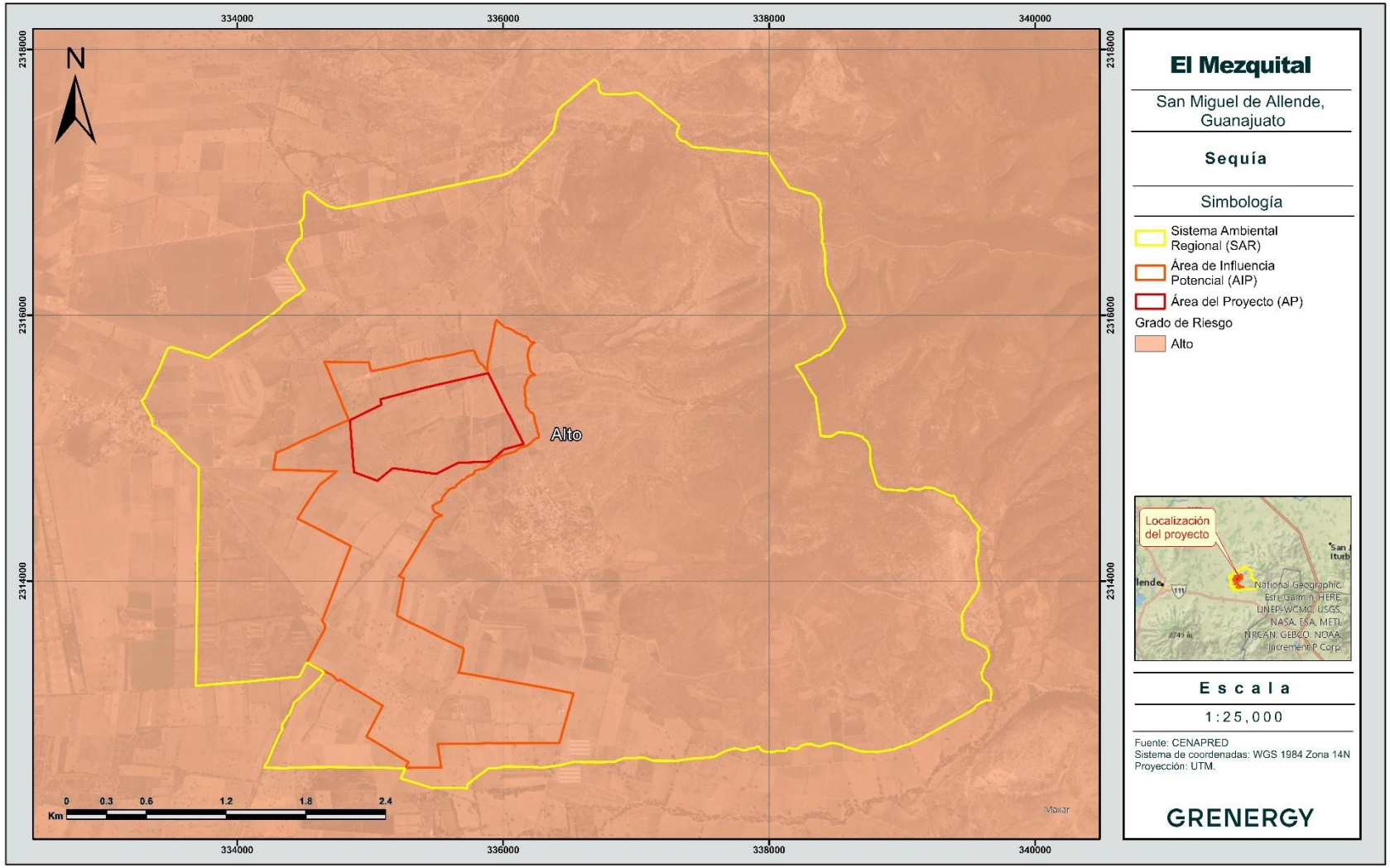
De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, el SAR, AIP y AP, presenta un rango por sequias **alta.**

Consulta Pública

***Mapa 9: Riesgo por granizo***



***Mapa 10: Riesgo por sequías***



#### *4.3.2.5 Inundaciones*

Acorde con el Glosario Hidrológico Internacional (OMM, 2012) la definición oficial de inundación es: “Aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

CENAPRED en su Atlas Nacional de Riesgo, cataloga el área del SAR, AIP y AP como una zona **media** por inundaciones.

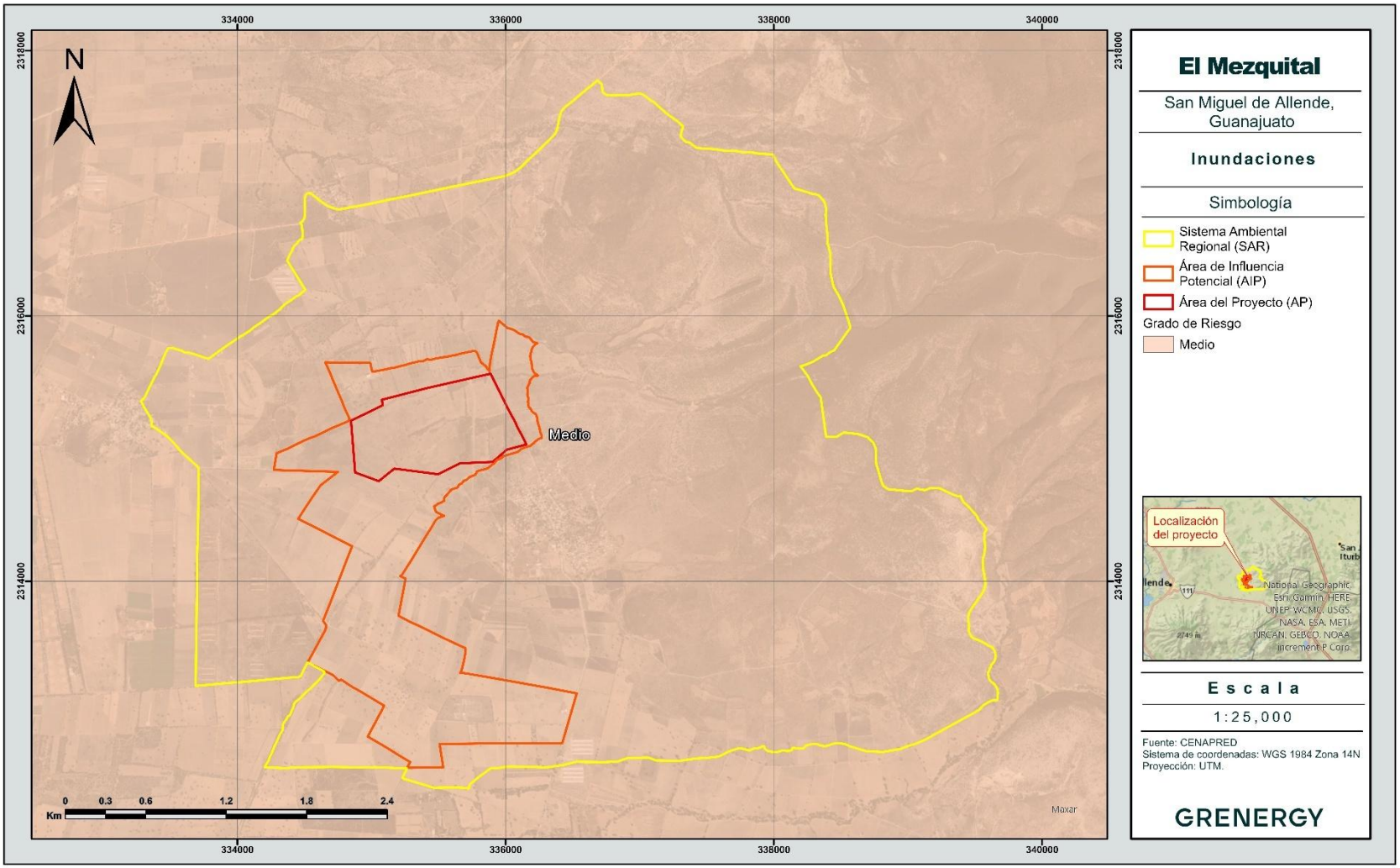
#### *4.3.2.6 Conclusión*

De acuerdo a lo indicado por CENAPRED, la zona en la que se encuentran el SAR, AIP y AP, no presenta riesgos hidrometereológicos importantes (riesgo de **bajo a medio**), sin embargo, en cuanto a sequías si se presenta un riesgo **alto** en cuanto a inundaciones se presenta un rango de riesgo de **medio**.

.

Consulta Pública

***Mapa 11: Riesgo por inundación***



### 4.3.3 Fisiografía

El SAR, AIP y AP, se localizan dentro de la provincia fisiográfica "**Mesa del Centro",** en la subprovincia de **"Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato".**

A continuación, se describen las características de las mismas.

**Provincia fisiográfica Mesa del Centro**

Se localiza en la región central de la República Mexicana y se extiende hacia el sur desde su punto de contacto en el río Nazas con la provincia Sierras y Llanuras del Norte, hasta su colindancia con el Eje Neovolcánico a la altura de Juventino Rosas, Guanajuato. Queda limitada al oeste por la Sierra Madre Occidental y al este por la Sierra Madre Oriental. Comprende parte de los estados de Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes y Guanajuato.

La región fue afectada por volcanismo del Terciario, con la resultante actual de llanuras amplias interrumpidas por sierras principalmente de rocas ígneas ácidas, aunque en la zona también hay rocas calizas y algunas metamórficas. Un rasgo frecuente en las llanuras es el de estar limitadas por una capa cementada y endurecida de caliche (horizonte petrocálcico) a escasa profundidad. Las llanuras más amplias se extienden en Zacatecas y San Luis Potosí, en tanto que las sierras dominan en el sur (norte de Guanajuato).

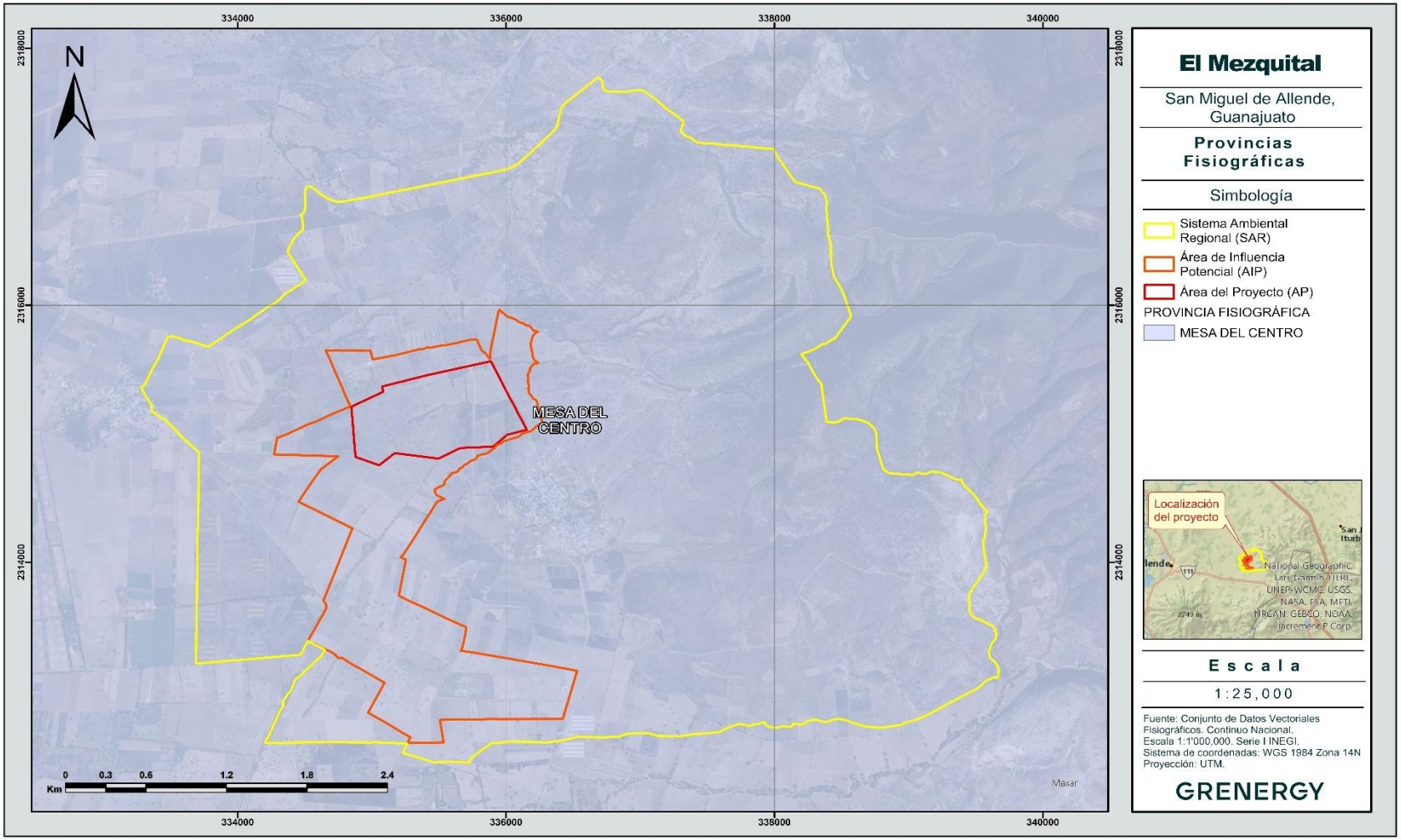
**Subprovincia Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato**

Esta es una gran subprovincia que cubre totalmente los municipios de San Felipe, San Diego de la Unión, San Luis de la Paz, Dolores Hidalgo, Doctor Mora, Santa Catarina, Allende, San José de Iturbide y Tierra Blanca, y partes importantes de los de Victoria, Guanajuato, Comonfort y Santa Cruz de Juventino Rosas. Ocupa casi el 38°/o de la entidad (11,549 km2) y se extiende a partes del estado de San Luis Potosí, teniendo una gran complejidad en su panorama fisiográfico, en el que concurren sistemas tan distintos entre sí como sierras, mesetas, lomeríos, valles y llanuras.

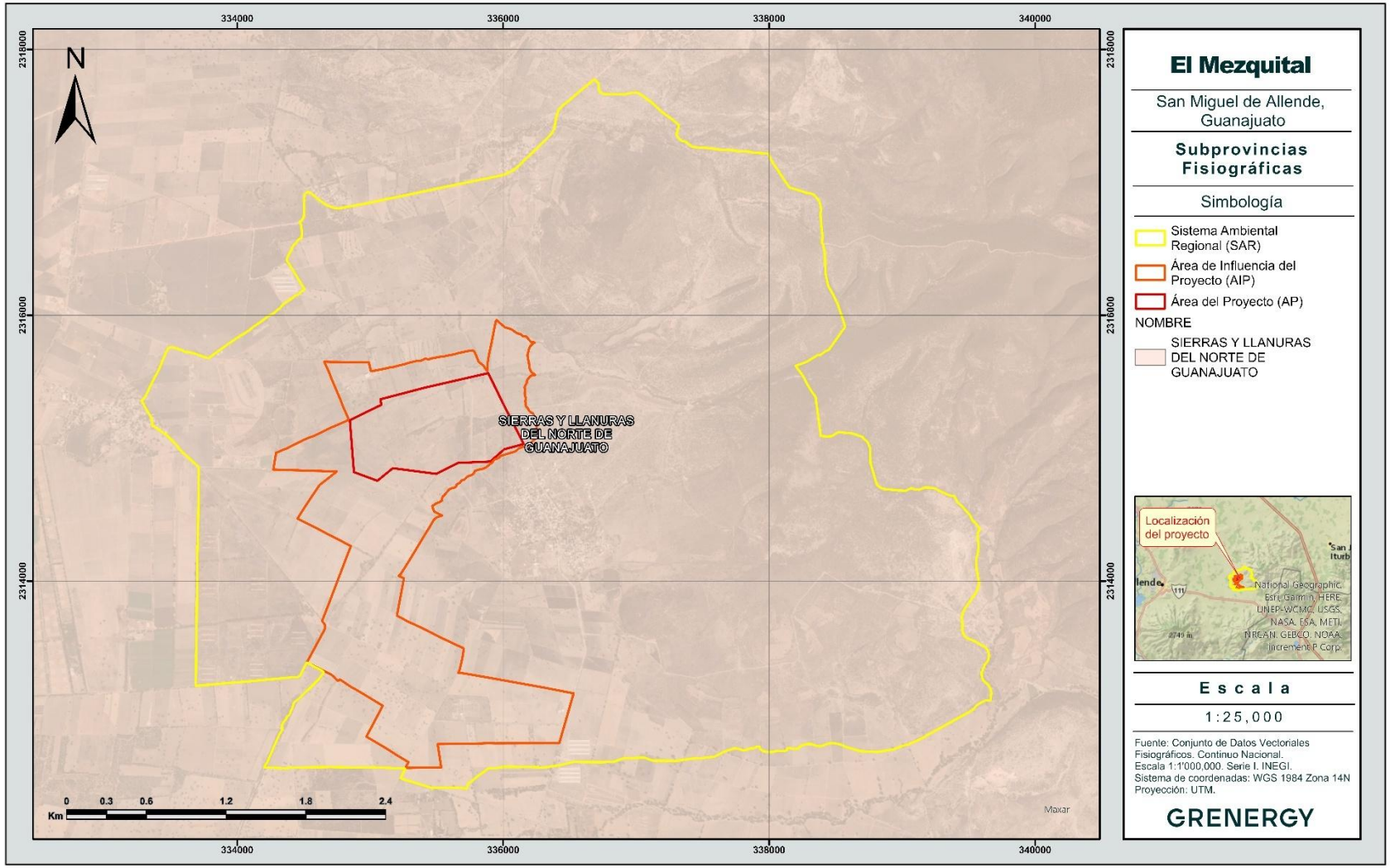
En términos generales, las llanuras y las mesetas de erosión quedan prácticamente al centro de la subprovincia, representan alrededor de un tercio de su área guanajuatense, y se encuentran casi totalmente rodeadas por las sierras, sierritas, mesetas lávicas y lomeríos asociados. Al complejo paisaje de la subprovincia subyace una litología igualmente complicada, constituida por varios tipos de roca volcánica con altos contenidos de sílice, basaltos y rocas ígneas ácidas asociadas con aluviones antiguos.

Consulta Pública

***Mapa 12: Provincias fisiográficas***



***Mapa 13: Subprovincias fisiográficas***



### 4.3.4 Geomorfología

#### *4.3.4.1 Pendiente y relieve*

Para la estimación de la pendiente media, se utilizaron los datos del Sistema de Información Geográfica; mediante la división de la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Se calculó la pendiente para el SAR, AIP y AP; mediante la siguiente fórmula:

$$\mathrm{S} = \frac{Hf - Hi}{\mathrm{L}} \times 100$$

Donde:

**S =** Pendiente media predominante del terreno (%)
**Hf =** Altura más alta del terreno (m)
**Hi =** Altura más baja del terreno (m)
**L =** Longitud del terreno (m)

**SAR:**

$$S = \frac{2351 - 2061}{3{,}616} \times 100$$

**S = 8.20%**

**AIP:**

$$S = \frac{2119 - 2073}{1378} \times 100$$

**S= 3.33%**

**AP:**

$$S = \frac{2109 - 2072}{2{,}490} \times 100$$

**S= 1.48%**

Las pendientes medias del SAR, AIP y AP se registran en porcentajes, dando como resultado 8.20% para el SAR, 3.33% para el AIP y 1.48% para el AP, resultados que de acuerdo a la siguiente tabla se clasifican como pendientes **planas**.

Consulta Pública

*Tabla 10: Valores y equivalencias de la Pendiente Media*

| Pendiente (%) | Clasificación |
|---|---|
| **0 - 10** | **Plano** |
| 11 - 20 | Pendiente suave |
| 21 - 30 | Pendiente moderada |
| 31 - 40 | Pendiente fuerte |
| 41 - 50 | Pendiente muy fuerte |
| 51 - 60 | Escarpada |
| 61 – 70 | Escarpada |
| 71 – 80 | Escarpada |
| 81 - 90 | Escarpada |
| 91 - 100 | Escarpada |

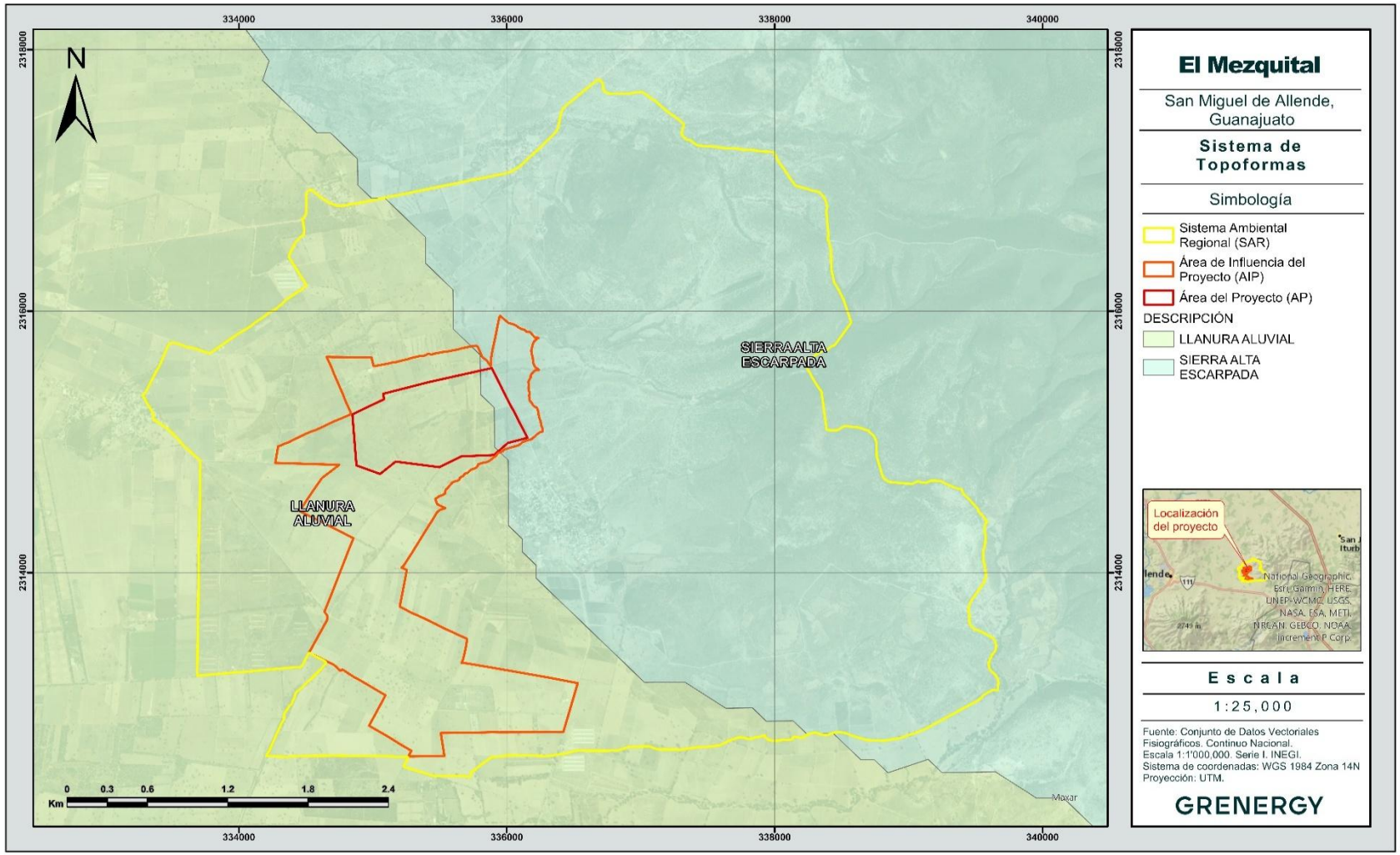
#### *4.3.4.2 Sistema de topoformas*

El sistema de topoformas presente dentro del SAR, AIP y AP se encuentra conformado por **Llanura Aluvial** y por **Sierra Alta Escarpada.**

- **Llanura:** Área continua de la superficie terrestre relativamente plana, a veces suavemente quebrada y ondula, pero sin elevaciones o depresiones predominantes.
- **Aluvial:** Material fragmentado no consolidado, transportado y depositado por corrientes de agua
- **Sierra:** Línea de montañas.
- **Alta:** Topoforma con una altitud mayor al entorno geográfico.
- **Escarpada:** Con pendientes abruptas.

Consulta Pública

***Mapa 14: Sistema de Topoformas***



### 4.3.5 Riesgos geológicos

#### *4.3.5.1 Sismos*

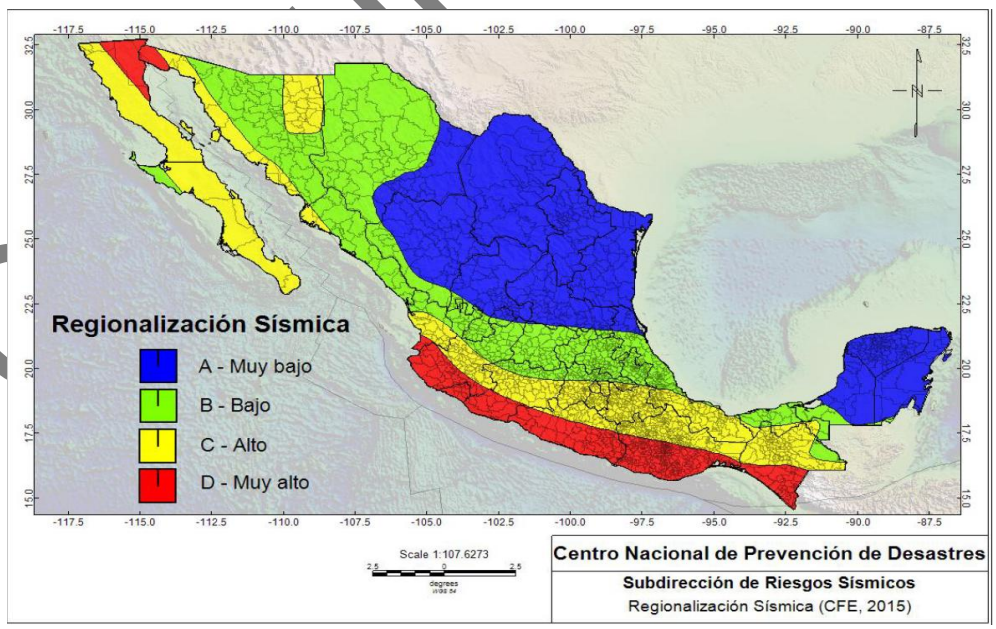
Fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. El país se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo. El cinturón de fuego del pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico.

Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios de siglo.

- **La zona A** es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- **Las zonas B y C** son zonas intermedias, se registran sismos no tan frecuentemente, o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan 70% de la aceleración del suelo.
- **La zona D** es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar 70 % de la aceleración de la gravedad.

De acuerdo a la zonificación sísmica de la República Mexicana se localiza en la zona B.

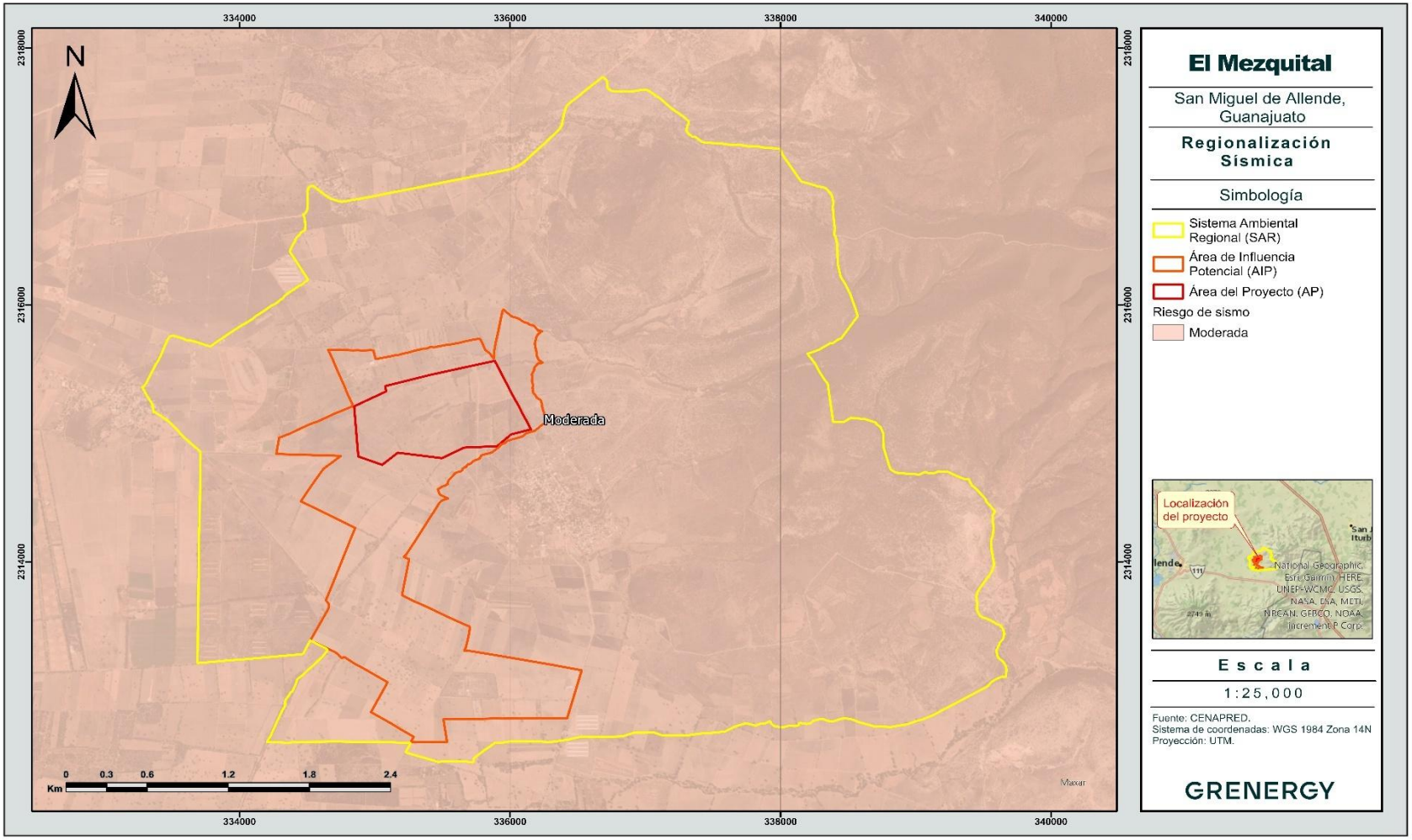
***Figura 4: Regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015) con los 2466 municipios que conforman la República Mexicana***




De igual manera, CENAPRED cataloga al SAR, AIP y AP dentro de una zona con riesgo **Moderado** por sismos; como se muestra a continuación

Consulta Pública

***Figura 5: Riesgo de sismos***



#### *4.3.5.2 Presencia de fallas y fracturas*

- **Falla**

Traza del plano de ruptura de la roca, a lo largo del cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa.

- **Fractura**

Una grieta o superficie de rotura producida en la roca, no relacionada con un fenómeno de foliación o clivaje en las rocas metamórficas, a lo largo de la cual no ha habido ningún movimiento.

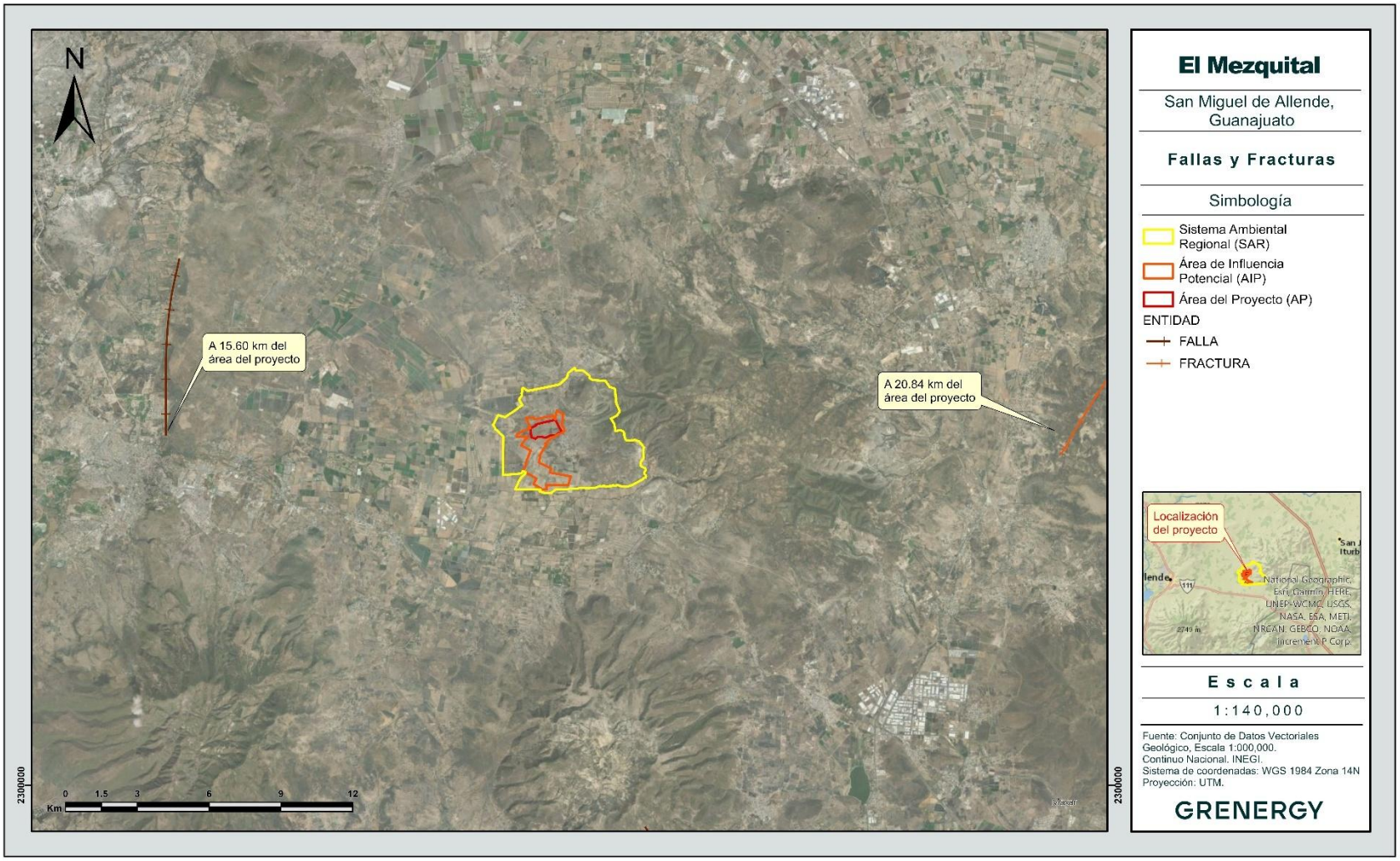
De acuerdo con el Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos del Continuo Nacional de INEGI, el SAR, AIP y AP, **no se encuentran fallas y fracturas.**

Las más cercanas se encuentran a **15.60km al oeste y a 20.84km al este** del AP, correspondientes a una falla y fractura correspondientemente, por lo que, dentro del SAR, AIP y AP no se encuentra el riesgo por fallas y fracturas.

Además, es importante mencionar, que la presencia del mismo no modifica las condiciones geológicas del terreno.

Consulta Pública

***Mapa 15: Fallas y Fracturas***



#### *4.3.5.3 Hundimientos y deslizamiento*

El deslizamiento se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: Caídos, deslizamientos y flujos. (CENAPRED).

Con base al Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED), el SAR, AIP y AP no presentan riesgo por hundimientos y deslizamientos, la región potencial a deslizamiento más cercana, se ubica a 138.51 km al suroeste del AP.

#### *4.3.5.4 Volcanes*

El territorio mexicano cuenta con poco más de 2,000 volcanes, la mayoría de los cuales ya no están en actividad, por lo que no representan ningún peligro. Estos se encuentran en Baja California Sur, las Islas Revillagigedo, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, CDMX, Estado de México, Puebla, Veracruz y Chiapas.

El SAR, AIP y AP, no contienen volcanes activos dentro de sus superficies.

El volcán los más cercanos al AP se ubican a 123.8 km al sur, correspondiente al volcán Los Azufres y el segundo volcán Jocotitlán se encuentra a 154.60 km al sureste.

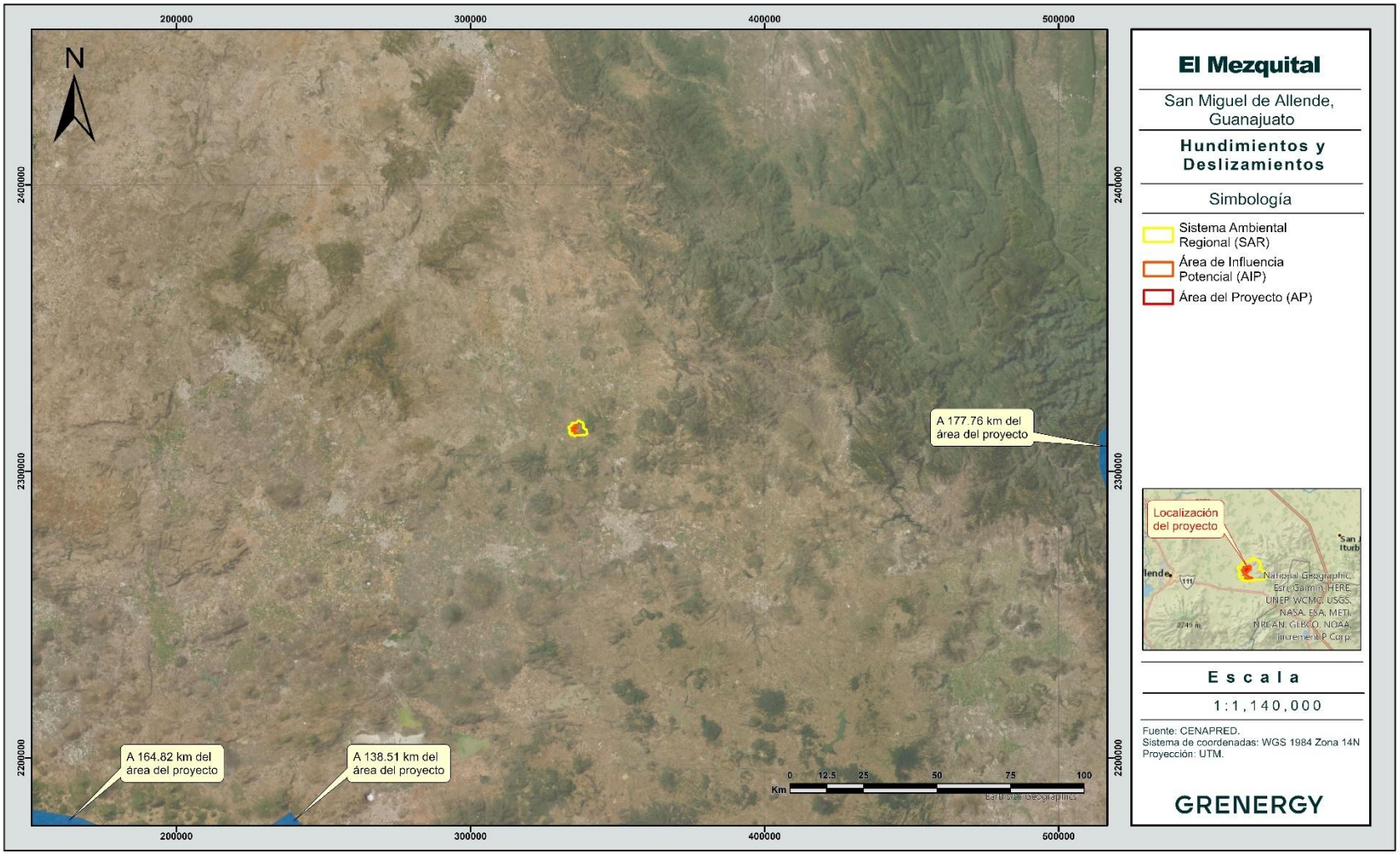
#### *4.3.5.5 Conclusiones*

Dentro del SAR, AIP y AP, se encuentra en una zona que presenta un eje estructural, derivado de su tipo de topografía.

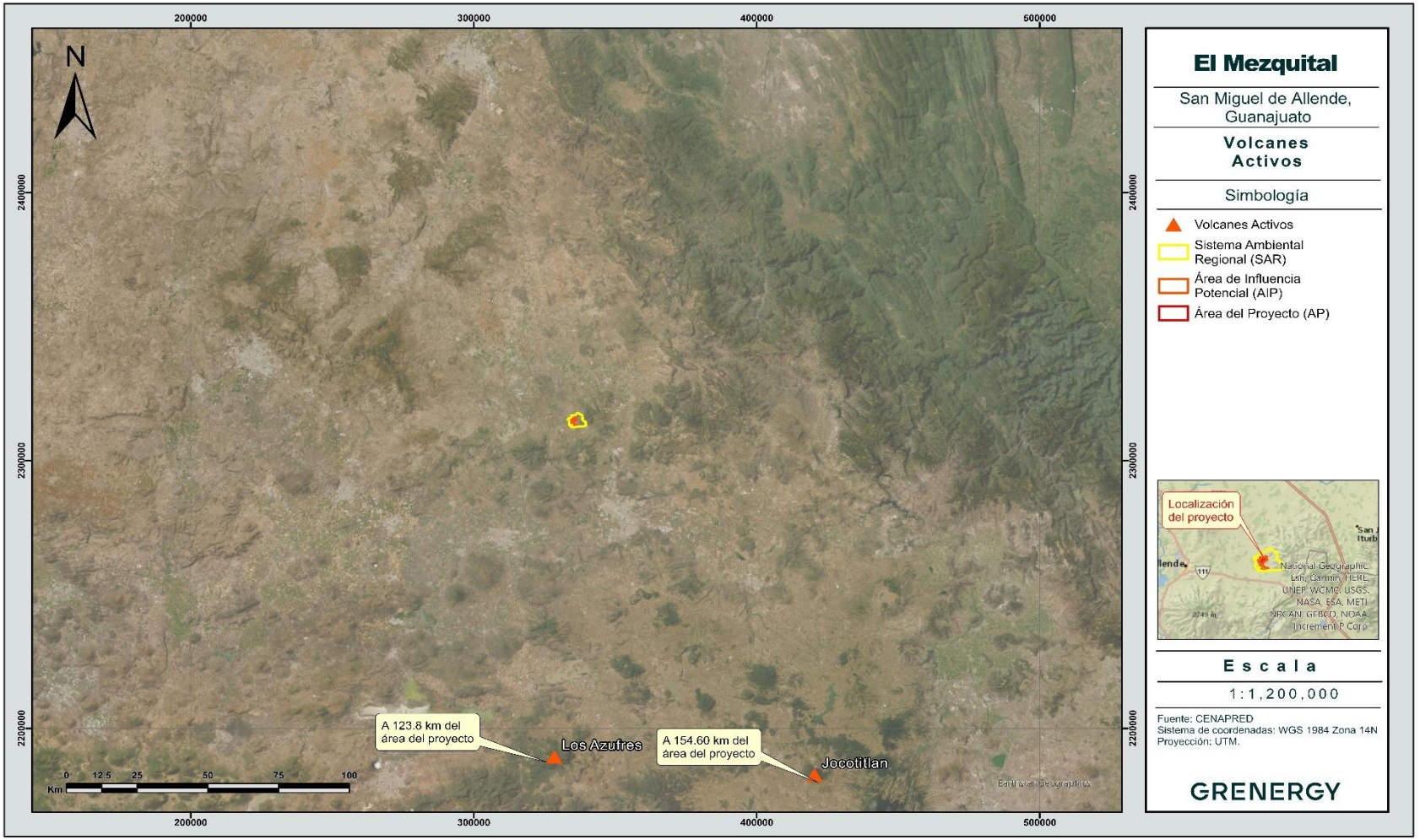
No se encuentran riesgos derivados a fallas, fracturas o hundimientos, en cuento a riesgo por sismo, se encuentra en una región denominada como moderada.

Consulta Pública

***Mapa 16: Riesgo por Hundimientos y Deslizamientos***



***Mapa 17: Volcanes***



### 4.3.6 Tipos de suelo

Según el Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional) de INEGI (2014) y de acuerdo con la clasificación de la World Reference Base for Soil Resources por sus siglas inglés de WRB (2015), dentro del SAR se identifican 3 tipos de suelo, formando 7 asociaciones:

- PHlen-vr/3P
- LPsk-mo/3P
- PHlep-vr/3
- PHlv-skp+LPmo/3
- PHvr-ai+VRpe-ai/3
- VRlep-pe/3P
- VRlep-pe+PHlep-sk/3P

Dentro del AIP, se identifican un solo tipo de suelo, formando 2 asociaciones

- PHlen-vr/3P
- PHvr-ai+VRpe-ai/3

Mientras que, dentro del AP, se identifican un tipo de suelo, formando 2 asociaciones

- PHlen-vr/3P
- PHvr-ai+VRpe-ai/3

Donde:

| Tipo de suelo | | Calificador | | Textura | | Limitante física | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PH | Phaeozem | len | Endoléptico | 3 | Fina | P (pedregosa) | Con piedras mayores a 60 mm ⌀ |
| LP | Leptosol | vr | Vértico | | | | |
| VR | Vertisol | sk | Esqueletico | | | | |
| | | mo | Mólico | | | | |
| | | lep | Epileptico | | | | |
| | | lv | Lúvico | | | | |
| | | skp | Espiesquelético | | | | |
| | | ai | Árico | | | | |
| | | pe | Pélico | | | | |

Siendo el Phaeozem, el tipo de suelo dominantes dentro del SAR, AIP y AP.

A continuación, se presenta la descripción de dichos tipos de suelo:

**Phaeozem**

Del griego *phaios*, oscuro, y del ruso *zemlja*, tierra.

Suelos de clima semiseco y subhúmedo, tipos 8S" (A)C y Awo' de color superficial pardo a negro, fértiles en magnesio y potasio, aunque con muy pocos o ningún carbonato en el subsuelo. El relieve donde se desarrollan estos suelos es generalmente plano o ligeramente

Consulta Pública

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

**Leptosol**

Del griego *teptos*, delgado.

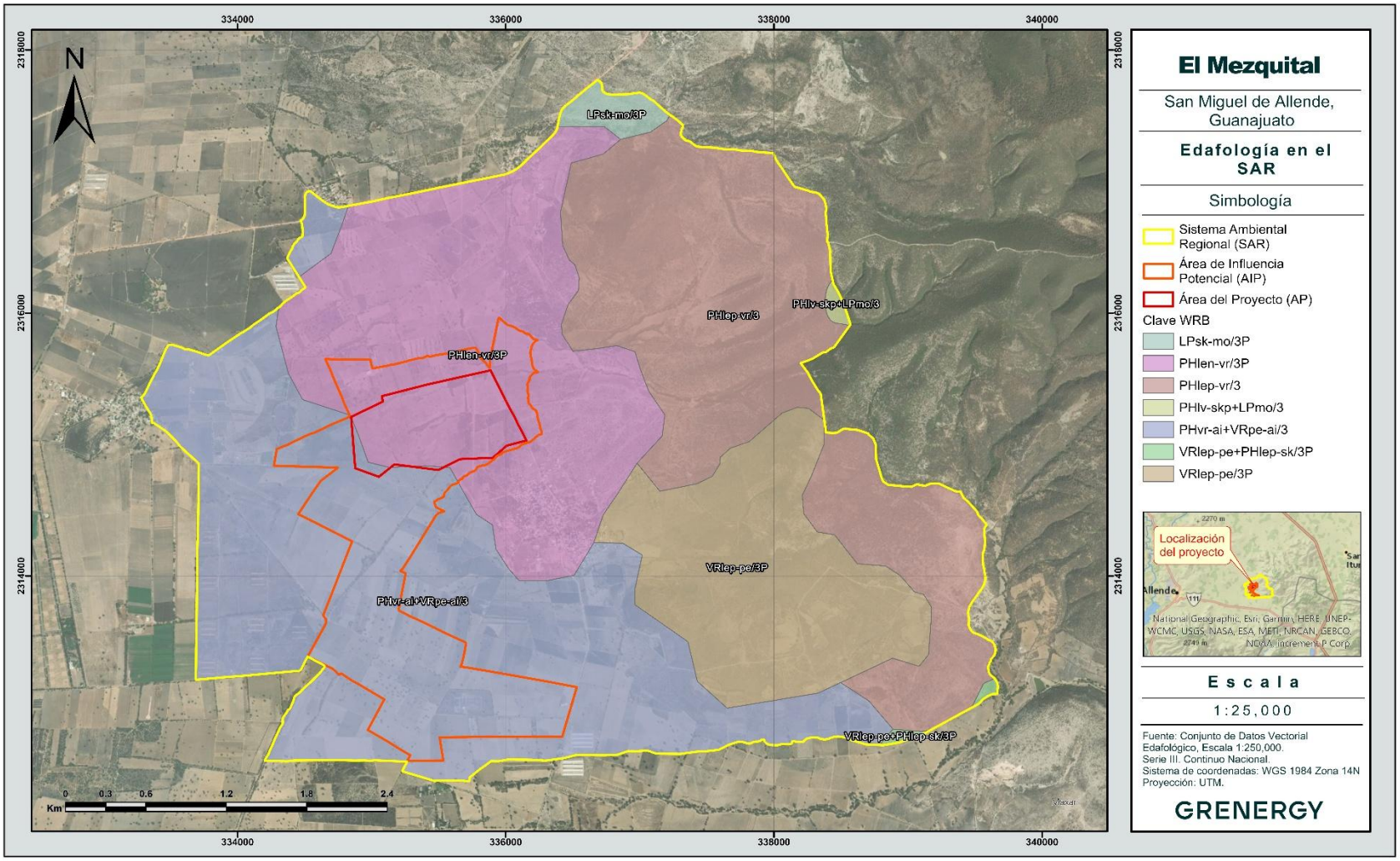
Del griego Lithos, piedra. Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente como la Giganta, del Burro,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

**Vertisol**

Los Vertisoles suelos muy arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. El nombre Vertisoles (del latín vertere, dar vuelta) se refiere al reciclado interno constante del material de suelo. Se desarrollan en depresiones y áreas llanas a onduladas, principalmente en climas tropicales, subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con una alternancia clara de estación seca y húmeda. La vegetación climax es savana, pastizal natural y/o bosque.

Consulta Pública

***Mapa 18: Tipos de suelo (WRB,2015)***



### 4.3.7 Erosión hídrica

La erosión hídrica es un proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo por efectos de la acción del agua. Como agente activo, el agua erosiona al suelo de dos maneras: la primera por el impacto de la lluvia y la segunda por la fricción del escurrimiento superficial sobre el terreno, este proceso se desencadena básicamente cuando el hombre provoca con sus actividades el deterioro de la cobertura vegetal.

La erosión acelerada del suelo por acción del agua trae consigo impactos ambientales tales como la perturbación en la regulación del ciclo hidrológico; bajos rendimientos en la producción agrícola y pecuaria; degradación de la cubierta vegetal; pérdida de la biodiversidad; disminución de la vida útil de las obras hidráulicas por la cantidad de sedimentos que transporta el agua; sedimentación en el lecho de los ríos, desestabilización de laderas y disminución de tierras agrícolas (Montes-León et al, 2011).

Por lo tanto, es de importancia poder calcular esta, para modelar y diseñar medidas que controlen efectivamente la erosión en los sitios requeridos. Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS).

Este modelo permite estimar con datos de campo y bibliográficos, la erosión actual y potencial. Constituye un instrumento de planeación para establecer el grado actual de la erosión, así como, el tipo y número de obras de conservación de suelo que serán necesario realizar para disminuir o igualar las tasas permisibles de erosión (SAGARPA, 2005).

**Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (EUPS)**

La EUPS fue desarrollada por Wischmeier y Smith en 1978 con la finalidad de estimar la pérdida de suelo anual, así como el valor promedio de un periodo representativo de años, que se genera en un determinado lugar, a partir de las distintas formas de erosión ante determinadas condiciones de clima, suelo, vegetación, y usos de suelo:

$$A = R\ K\ L\ S\ C\ P$$

La EUPS es un modelo empírico, en el que la pérdida de suelo está expresada como masa por unidad de área por unidad de tiempo y es una función del efecto combinado de seis factores: Factor de erosividad de la lluvia (R); Factor de erosionabilidad del suelo (K); Factor longitud de pendiente (L); Factor grado de la pendiente (S); Factor manejo del cultivo (C) y Factor prácticas de conservación (P). EUPS ayuda a predecir las variaciones en la erosión en función de los cambios en el uso y manejo del suelo y vegetación, a la vez que auxilia en la selección de éstos.

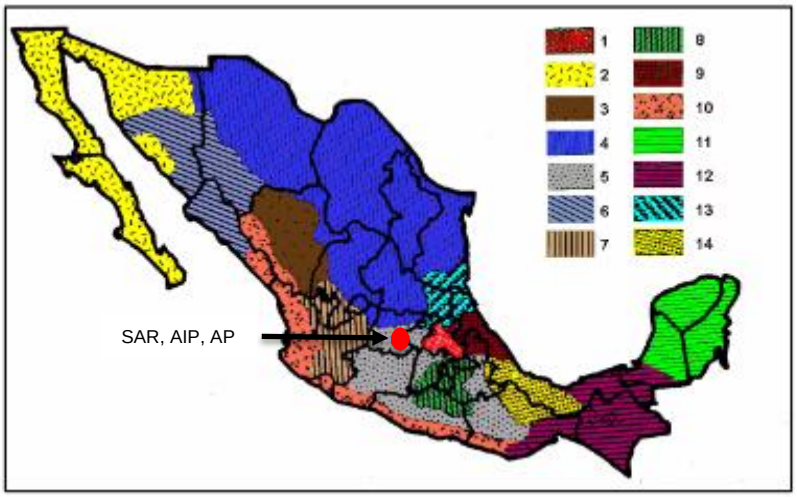
**Factor de erosividad (R)**

La erosividad es la capacidad potencial que tienen las gotas de agua de lluvia para causar erosión. Existen muchas formas de determinarla, una de ellas es a través del índice de erosividad EI30 (Wischmeier and Smith, 1978). Con base a esta ecuación, Cortés (1991, citado en SAGARPA-INIFAP, 2007) propone catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual para estimar el valor de R de la EUPS. De acuerdo con dicha

Consulta Pública

zonificación, el Proyecto se ubica en la región **número 4** y le corresponde la **ecuación 4** para el cálculo del factor de R (Montes-León et al, 2011):

***Figura 6: Mapa de regiones con Igual Erosividad en la República Mexicana (SAGARPA-INIFAP, 2007)***




**R=** 3.48801*P + 0.00188*$P^2$

| Región | Ecuación | $R^2$ |
|---|---|---|
| 1 | R= 1.20785*P + 0.002276*$P^2$ | 0.92 |
| 2 | R= 3.45552*P + 0.006470*$P^2$ | 0.93 |
| 3 | R= 3.67516*P – 0.001720*$P^2$ | 0.94 |
| 4 | R= 2.89594*P + 0.002983*$P^2$ | 0.92 |
| **5** | **R= 3.48801*P – 0.000188*$P^2$** | **0.94** |
| 6 | R= 6.68471*P + 0.001680*$P^2$ | 0.90 |
| 7 | R= 0.03338*P + 0.006661*$P^2$ | 0.98 |
| 8 | R= 1.99671*P + 0.003270*$P^2$ | 0.98 |
| 9 | R= 7.04579*P – 0.002096*$P^2$ | 0.97 |
| 10 | R= 6.89375*P + 0.000442*$P^2$ | 0.95 |
| 11 | R= 3.77448*P + 0.004540*$P^2$ | 0.98 |
| 12 | R= 2.46190*P + 0.006067*$P^2$ | 0.96 |
| 13 | R= 10.74273*P – 0.001008*$P^2$ | 0.97 |
| 14 | R= 1.50046*P + 0.002640*P2 | 0.95 |

Donde:

**R** = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

**P** = Precipitación media anual (**592.1mm**)

Por lo que:

R= 3.48801*592.1 + 0.00188*592.1

R= 1,999.34Mj/ha mm/hr

Consulta Pública

**Erosionabilidad (K)**

El término erosionabilidad del suelo se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo a la erosión (Figueroa et al. 1991). La erosionabilidad de suelos está influida por algunas de sus propiedades, tales como distribución del tamaño de las partículas primarias, materia orgánica, estructura del suelo, óxidos de hierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Para su estimación se utilizan los datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica. En este caso, el valor es de 0.2 para el SAR y AIP, ya que el tipo de suelo dominante corresponde al Leptosol de textura media, cubriendo más del 85% de estas superficies. Mientras que, para el AP, se utilizaron los valores de todos los tipos de suelo presentes; a razón de realizar una estimación lo más representativa posible, siendo estos Leptosol y Vertisol, de textura media y fina para el Leptosol y media para el Vertisol (valores de 0.02, 0.007 y 0.026, respectivamente).

Los valores del factor K se definieron según los datos de la siguiente tabla:

***Tabla 11: Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB (tomado de Montes-León et al., 2011)***

| Orden | Textura | | |
|---|---|---|---|
| | G | M | F |
| AC | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| AL | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| AN | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| AR | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| CH | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| CL | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| CM | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| DU | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| FL | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| FR | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| GL | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| GY | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| HS | 0.053 | 0.02 | 0.007 |
| KS | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| LP | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| LV | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| LX | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| NT | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| PH | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| PL | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| PT | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| RG | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| SC | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| SN | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| UM | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| VR | 0.053 | 0.079 | 0.026 |

Consulta pública

**Longitud y grado de pendiente (LS)**

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Para calcular LS se utilizó la fórmula mencionada en el folleto técnico "Predicción de riesgo a la erosión hídrica" (SAGARPA-INIFAP, 2007):

$$LS = (\lambda/22.13)\ m\ (0.065 + 0.045\ S + 0.0065\ S2)$$

**Donde:**

**LS** = Factor de grado y longitud de la pendiente.
**Λ** = Longitud de la pendiente
**S** = Pendiente media del terreno.
**m** = Coeficiente que depende del grado de la pendiente (varía de 0.2-0.5)

***Tabla 12: Valores que toma m en función del grado de pendiente (Becerra,1999)***

| Grado de pendiente (%) | Valor en m |
|---|---|
| <1 | 0.2 |
| 1-3 | 0.3 |
| 3-5 | 0.4 |
| >5 | 0.5 |

**SAR**

- Pendiente media del terreno: 8.75%
- Longitud: 3,316m
- Valor de m: 0.5
- **LS= 11.70**

**AIP**

- Pendiente media del terreno: 1.46%
- Longitud: 2,490m
- Valor de m: 0.3
- **LS=0.60**

**AP**

- Pendiente media del terreno: 1.49%
- Longitud: 2,490m
- Valor de m: 0.3
- **LS= 0.60**

### *4.3.7.1 Erosión actual (Ea)*

Para estimar la erosión actual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión, por medio de la siguiente formula:

Consulta Pública

Donde:

**Ea** = Erosión actual

**R** = Erosividad de la lluvia

**K** = Erosionabilidad del suelo

**LS** = Longitud y grado de pendiente

**C** = Factor de protección del suelo

## Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección, se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés (o vegetación) y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0.

En este caso el valor de C es de 0.75 para el SAR ya que, el uso de suelo que se encuentra en mayor cantidad, corresponde a Asociación Arvenses y Agricultura de Temporal; por lo que, estos se encuentran estrechamente ligados y derivado de que se encuentran juntos en agrosistemas o paisajes agrícolas, se procedió a asignarles el mismo valor de C, y a sumar las superficies de ambos tipos de uso de suelo, dicha observación se derivó de la realización de la visita de campo. Cabe aclarar que esto aplica para los tres casos (SAR, AIP y AP).

Para el AIP se tiene un tipo de uso de suelo en mayor proporción (Asociación Arvenses y Agricultura de temporal) por lo que el valor asignado de C es de 0.75.

Mientras que, en el AP, se reportan usos de suelo de Agricultura de temporal y Asociación Arvenses (0.75), Mezquital Huizachal (0.65), y por último, tenemos zonas sin vegetación aparente, correspondiente a caminos de terracería por lo que se le asigno el valor de 1.

Los valores del factor C se determinaron según los datos de la siguiente tabla:

***Tabla 13: Factor de C, valores tomados de Montes –León et al., 2011***

| Vegetación y/o Uso de Suelo | C | Vegetación y/o Uso de Suelo | C |
|---|---|---|---|
| Bosque de ayarín | 0.01 | Pradera de alta montaña | 0.05 |
| Bosque de cedro | 0.01 | Sabana | 0.54 |
| Bosque de encino | 0.1 | Sabanoide | 0.54 |
| Bosque mesófilo de montaña | 0.01 | Selva alta perennifolia | 0.45 |
| Chaparral | 0.65 | Selva alta subperennifolia | 0.45 |
| Manglar | 0.1 | Selva baja caducifolia | 0.5 |
| Matorral crasicaule | 0.65 | Selva baja espinosa caducifolia | 0.5 |
| Matorral de coníferas | 0.2 | Selva baja espinosa subperenifolia | 0.5 |
| Matorral desértico Micrófilo | 0.25 | Selva mediana caducifolia | 0.45 |
| Matorral desértico rosetófilo | 0.25 | Selva mediana perennifolia | 0.45 |
| Matorral espinoso tamaulipeco | 0.45 | Selva mediana subcaducifolia | 0.45 |

Consulta Pública

| Vegetación y/o Uso de Suelo | C | Vegetación y/o Uso de Suelo | C |
|---|---|---|---|
| Matorral rosetófilo costero | 0.25 | Tular | 0.1 |
| Matorral Sarcocaule | 0.25 | Vegetación de desiertos arenosos | 0.85 |
| Matorral sarco-crasicaule | 0.25 | Vegetación de dunas costeras | 0.85 |
| Matorral sarco-crasicaule de neblina | 0.25 | Vegetación de galería | 0.85 |
| Matorral submontano | 0.35 | Zona urbana | 0.005 |
| Matorral subtropical | 0.12 | Cuerpos de agua | 1 |
| **Mezquital** | **0.65** | Agricultura de riego | 0.55 |
| Palmar inducido | 0.75 | **Agricultura de temporal** | **0.75** |
| Manglar | 0.1 | Selva baja caducifolia | 0.5 |
| Matorral crasicaule | 0.65 | Selva baja espinosa caducifolia | 0.5 |
| Matorral de coníferas | 0.2 | Selva baja espinosa subperenifolia | 0.5 |
| Matorral desértico Micrófilo | 0.25 | Selva mediana caducifolia | 0.45 |
| Matorral desértico rosetófilo | 0.25 | Selva mediana perennifolia | 0.45 |
| Palmar natural | 0.75 | Agricultura de humedad | 0.25 |

Para el **SAR**, sustituyendo los valores tenemos:

**Agricultura de temporal /Asociación Arvenses con Phaeozem textura fina**

Ea = (1,999.34) (0.007) (11.70) (0.75)

Ea = 122.79t/ha/año

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **alta** y que, considerando la superficie del SAR (2,255.14ha), equivale a una pérdida total actual **276,918.87t/año**.

Para el **AIP**, sustituyendo los valores tenemos:

**Agricultura de temporal /Asociación Arvenses con Phaeozem textura fina**

Ea = (1,999.34) (0.007) (0.60) (0.75)

Ea = 6.33t/ha/año

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **nula o ligera** y que, considerando la superficie del AIP **(333.13ha),** equivale a una pérdida total actual **2,108.78t/año.**

Ya que dentro del **AP** se reporta un solo tipo de suelo y distintos usos de suelo y vegetación, se elaboró la estimación de la tasa de erosión hídrica actual para cada uno de ellos:

**Superficie con Phaeozem textura fina**

**Agricultura de temporal / Asociación Arvenses**

Ea = (1,999.34) (0.007) (0.60) (0.75)

Ea = 6.33t/ha/año

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo nula o ligera y que, considerando la superficie del AP con estas características (36.35ha), equivale a una pérdida de 230.10t/año

Consulta Pública

**Mezquital Huizachal**

Ea = (1,999.34) (0.007) (0.60) (0.65)

Ea = 5.49t/ha/año

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **baja o nula** y que, considerando la superficie del AP con estas características (32.78ha), equivale a una pérdida de 179.84t/año**.**

**Sin Vegetación Aparente**

Ea = (1,999.34) (0.007) (0.60) (1)

Ea = 8.44t/ha/año

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **nula o baja** y que, considerando la superficie del AP con estas características (0.02ha), equivale a una pérdida de 0.17t/año

Tomando en cuenta todos los resultados para las distintas características del AP, se obtiene una tasa de erosión hídrica actual total de 410.11t/año, como se muestra en la siguiente tabla:

***Tabla 14: Erosión actual total dentro del AP (69.15ha)***

| Tipo de suelo | Uso de suelo y vegetación | Superficie (ha) | Erosión actual (t/año) |
|---|---|---|---|
| Phaeozem textura fina | Agricultura de temporal / Asociación arvenses | 36.35 | 230.10 |
| | Mezquital huizachal | 32.78 | 179.84 |
| | Sin vegetación aparente | 0.02 | 0.17 |
| Total | | 69.15 | 410.11 |

***Tabla 15: Riesgo de Erosión***

| Erosión | Perdida de suelo | |
|---|---|---|
| Clases | t/ha/año | mm/año |
| Nula o Ligera | <10 | <0.6 |
| Moderada | 10-50 | 0.6-3.3 |
| Alta | 50-200 | 3.3-13.3 |
| Muy Alta | >200 | >13.3 |

### *4.3.7.2 Erosión potencial (Ep)*

**Ep (Erosión potencial) = R K LS**

La erosión potencial se interpreta como el cambio o incremento que se presentará en el sitio una vez realizadas las obras dentro del AP; dentro de suelo forestal, se realizó los dos escenarios uno sin la realización de cambio de uso de suelo y otro donde se realizó el retiro de cubierta vegetal por lo que, para su estimación, se utiliza la misma fórmula descartando el factor C (protección del suelo).:

Consulta Pública

Donde:

**Ep** = Erosión potencial

**R** = Erosividad de la Lluvia

**K** = Erosionabilidad del suelo

**LS** = Longitud y grado de pendiente

Considerando que dentro del Área del Proyecto (AP) existirán dos zonas, una con afectación debido a la realización de obras y otra en la que no se realizarán actividades por tratarse de una zona federal y por la presencia de un gasoducto, el cálculo de la erosión potencial se realizó integrando el factor C únicamente en las áreas sin intervención, mientras que, en las zonas con intervención, se le asigno el valor a C a 1. Cabe señalar que en las zonas destinadas a la ejecución de obras se contempla un cambio de uso de suelo en una superficie de 29.5 hectáreas, correspondientes a vegetación tipo Mezquital Huizachal.

**Áreas sin afectación**

**Agricultura de temporal / Asociación Arvenses con Phaeozem de textura fina**

Ea = (1,999.34) (0.007) (0.60) (0.75)

Ea = 6.33t/ha/año

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **nula o baja** y que, considerando la superficie del AP con estas características (4.24ha), equivale a una pérdida de 26.84t/año

**Mezquital Huizachal con Phaeozem de textura fina**

Ea = (1,999.34) (0.007) (0.60) (0.65)

Ea = 5.49t/ha/año

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **nula o baja** y que, considerando la superficie del AP con estas características (1.82ha), equivale a una pérdida de 9.98t/año

**Áreas con afectación de polígono de obras**

**Sin vegetación con textura fina**

Ea = (1,999.34) (0.007) (0.60) (1)

Ea = 8.44t/ha/año

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo **nula o baja** y que, considerando la superficie del AP con estas características (63.09ha), equivale a una pérdida de 532.50t/año

Tomando en cuenta todos los resultados para las distintas características del AP, tanto las áreas con y sin afectación, se obtiene una tasa de erosión hídrica actual total de 569.32t/año, como se muestra en la siguiente tabla:

Consulta Pública

*Tabla 16: Erosión potencial total dentro del AP (69.15ha)*

| Tipo de suelo | Uso de suelo y vegetación | Superficie (ha) | Erosión actual (t/año) |
|---|---|---|---|
| Phaeozem textura fina | Agricultura de temporal / Asociación arvenses | 4.24 | 26.84 |
| | Mezquital huizachal | 1.82 | 9.98 |
| | Sin vegetación | 63.09 | 532.50 |
| **Total** | | **69.15** | **569.32** |

Considerando que dentro del AP existe un área con CUS actual donde se realizará actividades de afectación, se realizaron los siguientes cálculos con sus tipos de suelo:

Considerando los resultados totales de erosión hídrica actual y potencial del AP; se observa que, una vez realizadas las obras, la pérdida de suelo pasará de las **410.11t/año a 569.32t/año**. Esto equivale a un incremento de **159.21t/año** en la erosión hídrica dentro del AP.

*Tabla 17: Incremento en la erosión hídrica del AP*

| Erosión hídrica Actual del AP (t/año) | Erosión hídrica Potencial del AP(t/año) | Incremento en la erosión hídrica dentro del AP(t/año) |
|---|---|---|
| 410.11 | 569.32 | 159.21 |

Este incremento en la erosión hídrica afectará a la erosión actual del AIP y SAR, de la siguiente manera:

*Tabla 18: Erosión hídrica potencial del AIP*

| Erosión hídrica Actual del AIP (t/año) | Erosión hídrica Potencial del AIP(t/año) | Incremento en la erosión hídrica dentro del AIP(t/año) |
|---|---|---|
| 2,108.78 | 2,267.99 | 159.21 |

Donde se observa que, debido al incremento de **159.21t/año** en la erosión hídrica ocasionado por las obras del Proyecto, la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro del AIP pasará de **2,108.78t/año** a **2,267.99t/año**; lo que representa un incremento en la erosión del **7.55%** respecto al valor actual.

*Tabla 19: Erosión hídrica potencial del SAR*

| Erosión hídrica Actual del SAR (t/año) | Erosión hídrica Potencial del SAR (t/año) | Incremento en la erosión hídrica dentro del SAR (t/año) |
|---|---|---|
| 276,918.87 | 277,078.08 | 159.21 |

Donde se observa que, debido al incremento de **159.21t/año** en la erosión hídrica ocasionado por las obras del Proyecto, la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro del SAR pasará de **276,918.87t/año** a **277,078.08t/año**; lo que representa un incremento en la erosión del **0.057%** respecto al valor actual.

Consulta Pública

### 4.3.8 Erosión Eolica

El cálculo de la erosión eólica se realizó mediante la ecuación de erosión eólica WEQ (Woodruff y Siddoway, 1965) que, de acuerdo al modelo, dependerá de cinco factores:

$$E' = f(I, K, V, L, C)$$

Donde:

**I** = índice de erosionabilidad del viento
**K** = Factor de rugosidad
**C** = Factor climático local
**L** = Longitud del terreno en la dirección prevaleciente de los vientos
**V** = Equivalente de cobertura de vegetación

**Índice de erosionabilidad del viento**

El índice de erosionabilidad al viento (I), de acuerdo a los grupos de erosionabilidad al viento (WEG) y al tipo de suelo predominante en el área (franco arcilloso), es de **86t/ha/año**. Por lo que:

$$E_1 = I$$

$$E_1 = 86$$

**Factor de rugosidad**

El factor (K) toma en cuenta la resistencia que tienen las crestas a la erosión eólica, este factor está representado por la relación entre la altura y el espacio de la cresta. Debido a que no existían crestas establecidas en el área estudiada, se asignó el valor de 1 al factor K.

$$E_2 = IK$$

$$E2 = 86*1 = 86$$

**Factor climático local**

El factor climático propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) modificado en 1979, se considera con un índice para la erosión eólica y es influenciado por la precipitación (P), la evapotranspiración potencial (PE) y la velocidad media de los vientos, utilizando la siguiente ecuación:

$$C = 1/100 \sum U3\ (PEI - Pi)/PEi)\ D$$

Donde U es la velocidad media mensual del viento (m/s), que corresponde a los datos reportados por el "POWER Data Access Viewer" perteneciente a la NASA; PEi es la evapotranspiración potencial mensual (mm), obtenida mediante el método de Turc; P es la cantidad de lluvia mensual (mm), reportada por el "POWER Data Access Viewer"; y D es el número de días en el mes correspondiente.

De acuerdo a lo anterior se calculó el factor C y resulta como sigue:

Consulta Pública

| Estimación de erosionabilidad del suelo | |
|---|---|
| $C= 1/100\sum U^3 (PEI-Pi)/PEi) D$ | |
| U= | Velocidad media del viento mensual a 2m de altura |
| PE= | Evapotranspiración potencial mensual (mm) |
| P= | Cantidad de lluvia mensual (mm) |
| D= | Número de días en el mes correspondiente |

Consulta Pública

| C anual | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| U | 2.39 | 2.56 | 2.75 | 2.68 | 2.54 | 2.88 | 2.86 | 2.88 | 2.86 | 2.6 | 2.41 | 2.28 |
| PE | 10.584 | 10.961 | 13.429 | 14.650 | 14.864 | 14.334 | 13.710 | 13.663 | 13.138 | 12.556 | 11.687 | 10.854 |
| P | 10.272 | 10.735 | 9.719 | 13.611 | 37.456 | 101.365 | 137.862 | 109.702 | 101.664 | 40.425 | 13.040 | 6.281 |
| D | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| $U^3((Pei-Pi)/Pei)D$ | | | | | | | | | | | | |
| | 12.473 | 9.652 | 178.085 | 40.930 | -772.118 | -4351.178 | -6566.905 | -5205.250 | -4728.985 | -1209.345 | -48.615 | 154.797 |
| $C= 1/100\Sigma U^3((Pei-Pi)/Pei)D$ | | | | | | | | | | | | |
| | 0.12473 | 0.09652 | 1.78085 | 0.40930 | -7.72118 | -43.51178 | -65.66905 | -52.05250 | -47.28985 | -12.09345 | -0.48615 | 1.54797 |
| **-224.865** | | | | | | | | | | | | |

$$E_3 = E_2 * C$$

| $E_3$ | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ene** | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** | **Ago** | **Sep** | **Oct** | **Nov** | **Dic** | **Total** |
| 10.727 | 8.301 | 153.153 | 35.200 | -664.022 | -3742.014 | -5647.539 | -4476.515 | -4066.927 | -1040.037 | -41.809 | 133.12 | **-19,338.357** |

Consulta Pública

**Inclusión de la longitud de campo**

$$E_4 = (WF^{0.348} + E_3^{0.348} - E_2^{0.348})^{2.87}$$

Dónde:

$$Wf = E_2(1.0 - 0.122(L/L_0) - 0.383) \exp(-3.3\ L/L_0)$$

**WF =** es el factor de la longitud del campo, donde:
**L =** es la longitud de campo en dirección al viento (1,018.92m)
**$L_0$ =** es la longitud máxima de campo (1,305.71m)

Sustituyendo las variables de la fórmula

| Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 0.0 | 20.453 | 0.185 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.320 | **35.957** |

**E4= 35.957t/ha/año**

Este resultado corresponde a una pérdida de suela **alta y se limita a las zonas desprovistas de vegetación (suelo desnudo).**

Actualmente, el AP cuenta con una superficie de 0.02ha desprovistas de vegetación; por lo que, considerando el resultado de **35.957t/ha/año** y multiplicándolo por dicha superficie, se obtiene una tasa de erosión eólica de **0.719t/año:**

***Tabla 20: Erosión eólica para zonas sin vegetación dentro del AP***

| Erosión eólica para zonas sin vegetación (E4) | Superficie del AP sin vegetación | Erosión eólica en superficie sin vegetación del AP |
|---|---|---|
| 35.957t/ha/año | 0.02ha | **0.719t/año** |

Consulta Pública

**Erosión eólica en zonas de uso agrícola**

Actualmente la superficie del SAR y del AIP se encuentra zonas con uso de suelo agrícola. Dicha actividad ocasiona que el suelo se vea expuesto a la erosión eólica. La cantidad de suelo que actualmente se erosiona por este fenómeno es la siguiente:

El factor de disminución de la erosión por desechos vegetales, considerando el resultado para la erosión eólica en las zonas desprovistas de vegetación (E4), se calcula mediante la expresión:

$$E_5 = \Psi_1 E4^{\Psi 2}$$

Donde:

**Ψ1=** exp ( -0.759 V – 4.74x10$^{-2}$ V2 + 2.95 x 10$^{-4}$ V$^5$)
**Ψ2=** 1.0 + 8.93 x 10$^{-2}$ V + 8.51 x 10$^{-3}$ V2 – 1.5 x 10$^{-5}$ V$^3$

Donde V es la determinación de la cobertura vegetal. Siddoway *et al.* (1965) cuantificó las propiedades específicas de la cobertura vegetal que influencian la erodabilidad del suelo.

Las ecuaciones de regresión se obtuvieron en relación a la pérdida de suelo por los vientos para los montos seleccionados, los tipos y la orientación de las coberturas vegetales, la velocidad del viento y los terrones del suelo. Woodruff y Siddoway (1965), relacionaron la pérdida del suelo con la cobertura vegetal equivalente para granos pequeño y rastrojo de sorgo para diversas orientaciones (horizontal o vertical) y alturas, Lyles y Allison (1981) determinaron el equivalente a la protección por erosión eólica a partir de pastos y residuos de cultivo que se seleccionaron.

Lyles y Allison formularon la siguiente ecuación:

$$(SG)_e = {}_aX^b$$

Donde SG, es el equivalente de grano pequeño plano (kg/ha), X es la cantidad de residuos o hierbas a convertir y a y b son las constantes que se obtuvieron a partir de los cuadros ya preparados (Lyles and Allison, 1981).

Se determinó una ecuación promedio a partir de la agrupación de todos los datos de los cultivos con hileras perpendiculares a la dirección del viento, 8.9 y 0.9 para a y b, respectivamente.

Se requiere tanto del equivalente de grano pequeño plano o del factor vegetativo para los distintos procedimientos para estimar la erosión eólica. La relación entre el equivalente de grano pequeño y plano y la cobertura vegetal fue demostrada gráficamente por Woodruff y Siddoway (1965).

Williams et al. (1984) creó una ecuación para la relación gráfica:

$$V = 0.2533\ (SG)_e^{1.363}$$

Quedando como sigue:

**Factor X=** 0.998 kg/ha para cultivos de maíz (Rattan Lal. 1994)

Consulta Pública

**SG=** 8.9 x 0.998 ^0.9

**SG = 8.884**

**V =** $0.2533\ (8.884)^{1.363}$

**V=** 0.005

**$\Psi_1$= 0.996**

**$\Psi_2$= 1**

E5=

| Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 0.0 | 20.403 | 0.184 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.280 | **35.868** |

El total de erosión eólica por hectárea de cultivo es de **35.868ton/ha/año**.

Actualmente, el AP cuenta con una superficie de 4.45ha con uso agrícola, por lo que, considerando el resultado de **35.868t/ha/año** y multiplicándolo por dicha superficie, se obtiene una tasa de erosión eólica de **159.611t/año:**

***Tabla 21: Erosión eólica para zonas de uso agrícola dentro del AP***

| Erosión eólica para zonas de uso agrícola (E5) | Superficie del AP con uso agrícola | Erosión eólica en superficie de uso agrícola dentro del AP |
|---|---|---|
| 35.868t/ha/año | 4.45ha | **159.611t/año** |

## Erosión eólica Actual

Considerando los resultados para las zonas sin vegetación y de uso agrícola dentro del AP, se obtiene una erosión eólica actual de **160.33t/año**:

***Tabla 22: Erosión eólica actual dentro del AP***

| Erosión eólica para zonas sin vegetación dentro del AP | Erosión eólica para zonas de uso agrícola dentro del AP | Erosión eólica actual dentro del AP |
|---|---|---|
| 0.719t/año | 159.611t/año | **160.33t/año** |

## Erosión eólica Potencial

Una vez realizada la preparación del terreno, 5.4ha del AP conservarán sus características actuales, correspondiente a la superficie de las zonas de restricción con asociación arvense y Mezquital-Huizachal. Sin embargo, 0.66ha de dicha zona presentan un uso agrícola; mientras que las 63.09ha en las que se desarrollarán las obras del Proyecto, pasarán a estar desprovistas de vegetación.

Por lo que, considerando los resultados de erosión eólica para zonas sin vegetación (35.957t/ha/año) y de uso agrícola (35.868t/ha/año), se obtiene una tasa de erosión potencial de **2,292.231t/año** para el AP:

Consulta Pública

*Tabla 23:Erosión potencial del AP*

| Erosión eólica para zonas sin vegetación (E4) | Superficie del AP que conservará el uso agrícola | Total |
|---|---|---|
| 35.957t/ha/año | 0.66ha | **23.673t/año** |
| **Erosión eólica para zonas de uso agrícola (E5)** | **Superficie del AP sin vegetación (tras las obras)** | **Total** |
| 35.868t/ha/año | 63.09ha | **2,268.558t/año** |
| **Erosión eólica Potencial dentro del AP** | | **2,292.231t/año** |

### 4.3.9 Degradación de suelo

La degradación de suelos es un cambio en el estado del mismo pero el cual resulta en una disminución de su capacidad inicial para proveer bienes y servicios.

Los procesos de degradación que llevan al suelo a disminuir su capacidad productiva inicial se conocen como Procesos de degradación, los cuales son: erosión, degradación física, degradación biológica, degradación química y desertificación.

La erosión ocurre cuando se produce pérdida de suelo y esta puede ser mínimamente imperceptible o bien de gran alcance cada vez que ocurre el proceso. El agente del clima que mueve al suelo desde su lugar original puede ser el agua y en este caso nos referimos al proceso de erosión hídrica o bien el viento y entonces nos referimos a erosión eólica. El suelo perdido es la fracción más superficial y por ende la más rica en nutrientes. Su ocurrencia en suelos poco profundos o pobres naturalmente o bien con altos contenidos de arenas a determinada profundidad, puede ser extremadamente crítica, revirtiendo la aptitud de estos suelos y pudiendo perder su capacidad para la producción.

Degradación física: vinculadas a ésta existen una serie de microprocesos que alteran el espacio libre “poroso” que tiene el suelo para que se pueda “mover” el aire y el agua. Se producen cambios adversos en el suelo que afectan las condiciones físicas relacionadas con el desplazamiento del aire, del agua y nutrientes, y el desarrollo de las raíces. Estos procesos pueden ocurrir a nivel de superficie del suelo o subsuperficialmente, y los efectos más comúnmente observados son capas compactadas (piso de pezuña o de arado), sellamiento de la superficie del suelo (planchado), costras. Junto al proceso de erosión hídrica es de los más frecuentes, encontrándose ampliamente generalizado en las tierras agrícolas.

Degradación Biológica: La pérdida de la biodiversidad (organismos vivos) y de la materia orgánica (organismos de origen animal y vegetal, parcial y/o totalmente descompuestos o transformados) constituyen los efectos más notorios debidos a la ocurrencia de los procesos de degradación biológica. Esto repercute en las diferentes funciones de suelo como la asimilación de los nutrientes por las plantas. También el acomodamiento y la

Consulta Pública

persistencia de los minerales del suelo en unidades específicas (estructura) que contribuyen a sostener el espacio poroso que va a asegurar el traslado del agua de lluvia y/o de riego por el suelo y la eliminación de los excesos. Además del desplazamiento del aire dentro y fuera del suelo.

Degradación Química: Varios de los procesos de degradación química están vinculados a la degradación biológica y suelen ocurrir en condiciones extremas de la ocurrencia de este último. Ejemplo de esto son el agotamiento de nutrientes y la acidificación del suelo que resultan como consecuencia de, entre otras causas, el agotamiento de la materia orgánica. La contaminación del suelo es otro proceso de degradación química que generalmente está asociado a la contaminación de aguas (superficiales y subterráneas), al inadecuado uso y manejo de insumos y desechos de la agricultura (como metales tóxicos, lodos residuales, desechos de fundición, escombros de minería).

El aumento del contenido de sales en el suelo es otro proceso que ocurre en áreas habilitadas al riego (permanente), en donde el contenido salino del agua de riego y las limitaciones en el sistema de drenaje generan un aumento de la salinidad del suelo. La problemática del aumento del contenido de sales en el suelo, no sólo está limitada a regiones de riego, es habitual en áreas ganaderas de nuestra pradera pampeana que presentan drenaje natural limitado (roca, tosca) y nivel freático cercano a la superficie, y que reciben un manejo inadecuado del suelo.

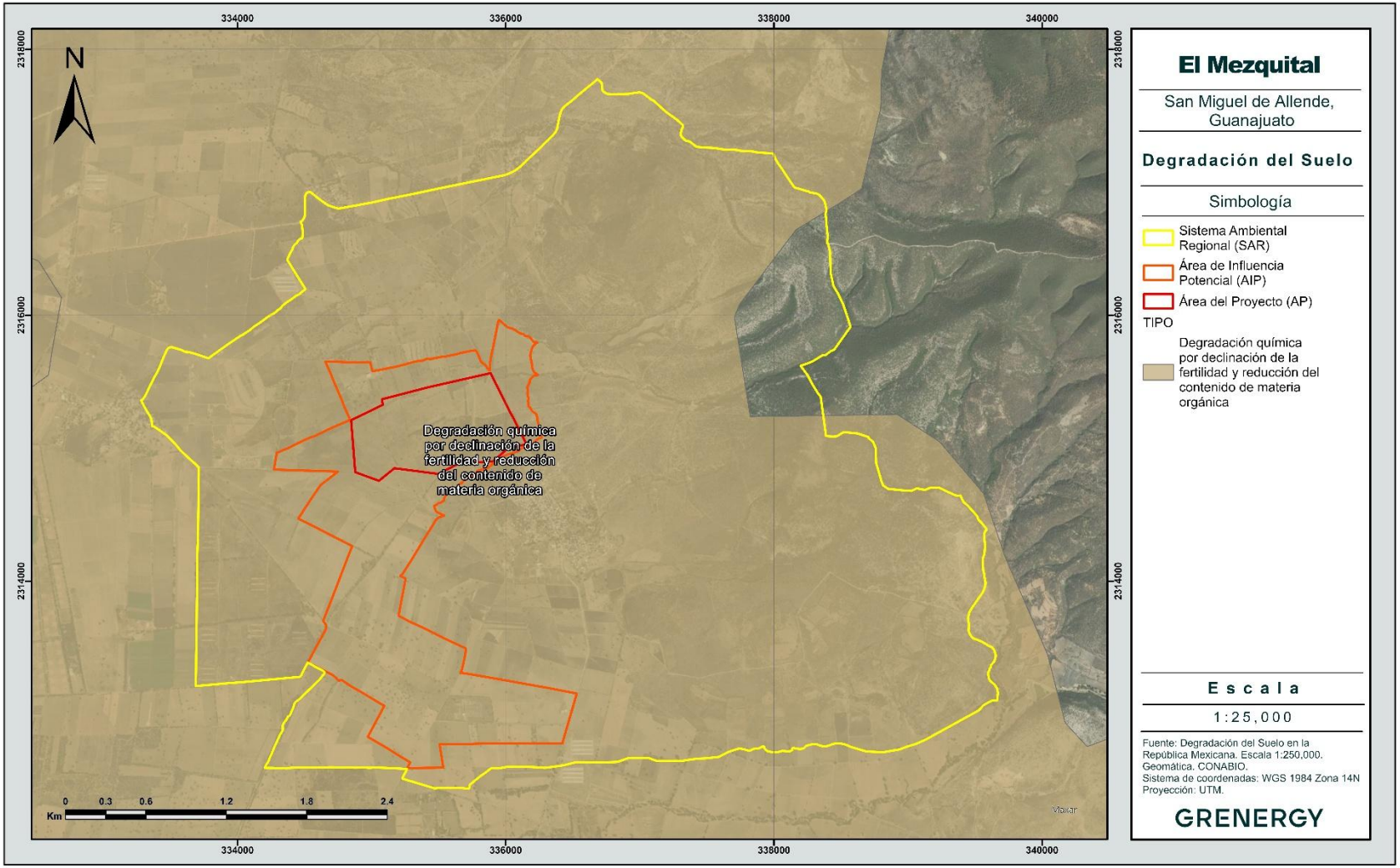
Desertificación: Es un proceso combinado, multicausal que se desarrolla tanto en zonas áridas, semiáridas o subhúmedas de nuestro país. Afecta al ecosistema en su totalidad y ocurre como consecuencia de la explotación por las actividades humanas en donde la fragilidad de los sistemas naturales no es tenida en cuenta, y se sobrepasa la capacidad productiva del sistema. El resultado final es la declinación de los rendimientos de los ecosistemas, como consecuencia del establecimiento de condiciones más extremas que las naturales. La eliminación de la cobertura vegetal herbácea, el desmonte descontrolado y las sequías originadas por alteraciones climáticas naturales y antrópicas constituyen los principales desencadenantes de este proceso. Siendo el manejo irracional del suelo y el agua factores determinantes de su dirección, velocidad y ocurrencia.

La degradación presente en el SAR, AIP y AP según el metadato “Degradación del suelo en la República Mexicana, escala 1:250,000 de CONABIO, es:

- **Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica.**

Consulta Pública

***Mapa 19: Degradación del suelo CONABIO***



### 4.3.10 Agua

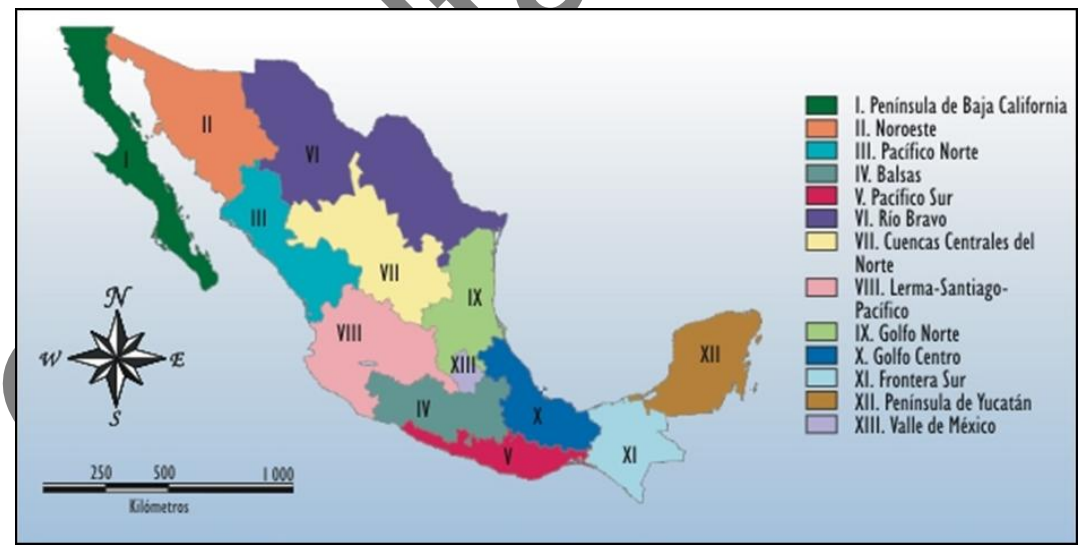
#### *4.3.10.1 Hidrología superficial*

Se entiende por Región Hidrológica al área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados y municipios (Ley de Aguas Nacionales 1992. Última reforma publicada DOF 24-03-2016).

Según el conjunto de datos vectoriales “Cuencas Hidrológicas” (CNA) y “Regiones Hidrológicas Administrativas” (CONABIO), el SAR se localiza en la Región Hidrológico-Administrativa VIII “Lerma – Santiago - Pacifico”, Región Hidrológica N°12 “Río Lerma - Santiago”, cuenca “Río Lajas” (RH12H) y dentro de las subcuencas Presa Ignacio Allende” (RH12Hb) y la “Presa Laja Pañuelitas” (RH12Ha).

- **Región Hidrológico-Administrativa**: VIII Lerma – Santiago - Pacifico
- **Clave de Región Hidrológica:** N°12 Río Lerma - Santiago
- **Cuenca:** Río Lajas (RH12H)
- **Subcuencas:** Presa Ignacio Allende (RH12Hb) y Presa Laja Pañuelitas (RH12Ha)

***Figura 7: Regiones Hidrológicas Administrativas de México***




El estado de Guanajuato queda comprendido en parte de las regiones hidrológicas: "Lerma-Chapala-Santiago" (No. 12), que abarca la mayor parte del estado (25,590 km$^2$) y "Alto Río Panuco" No. 26) en la zona norte (4,872 km$^2$); la división entre estas dos regiones es un tramo del parteaguas continental, ya que una región drena al Golfo de México y otra al Pacífico.

Consulta Pública

La Región Hidrológica “Lerma – Chapala – Santiago” corresponde al 83% de la superficie estatal, mientras que la población y la industria, dependen un 98%. La principal corriente dentro de esta entidad es conocida como Río Lerma, que fluye de oriente a poniente en la región sur. Además, en su tercio final constituye el límite austral de esta entidad con el estado de Michoacán.

**Región Hidrológica 12 Lerma – Santiago**

De la Vertiente del Pacífico, La Región Hidrológica 12, Lerma-Santiago, es una de las más importantes por el área que drena; su colector principal es el Río Lerma que, originado en el Estado de México, desemboca en la Laguna o Lago de Chapala, donde cambia su nombre por el de Santiago, mismo que conserva hasta su desembocadura en el estado de Nayarit, en un punto denominado Boca del Titiritero.

Los colectores principales son los ríos: Lerma, Grande de Santiago, Verde, Juchipila, Bolaños y Huaynamota, así como el lago de Chapala. Presenta nueve cuencas llamadas: R. Lerma-Salamanca, R. Lerma-Chapala, R. Santiago-Aguamilpa, R. Juchipila, R. Bolaños, R. Huaynamota, L. Chapala, R. Santiago Guadalajara y R. Verde Grande. Las tres últimas son las de mayor importancia

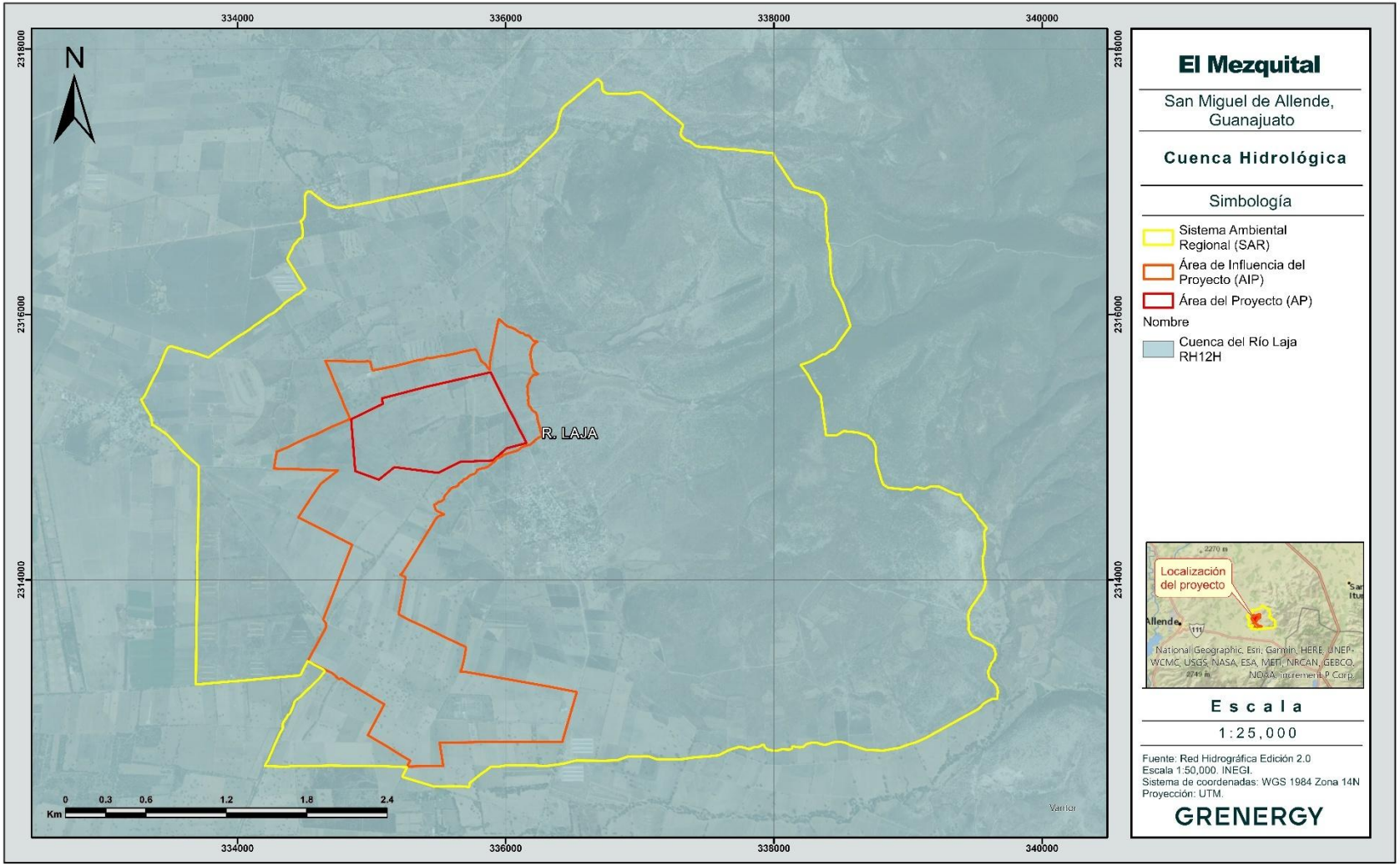
**Cuenca Rio Lajas**

Se localiza en la porción norte del estado y ocupa una superficie de 10 028 km2 aproximadamente, se representa 32.6% de la superficie estatal**.**

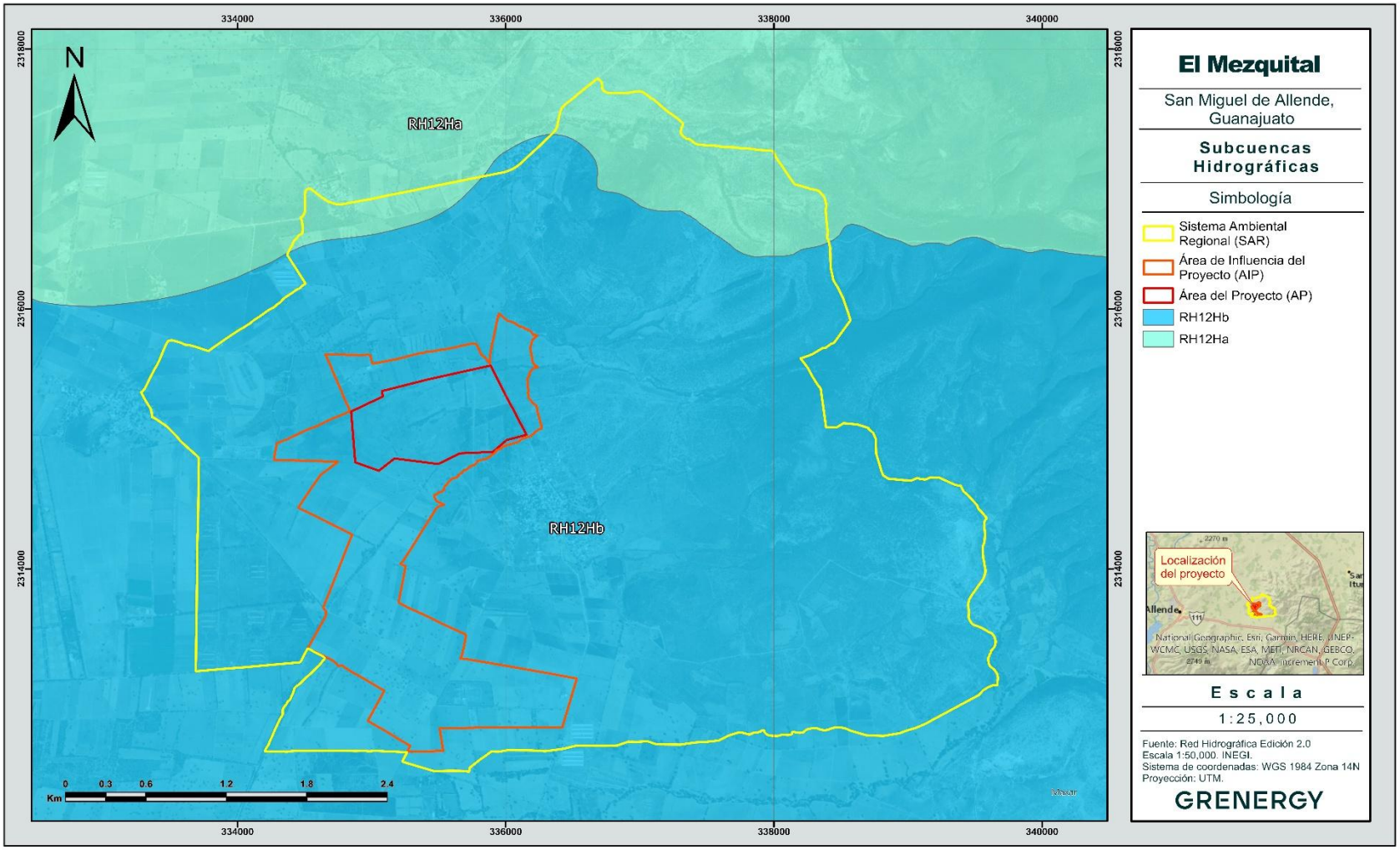
Las corrientes superficiales integran un drenaje de tipo dendrítico, constituido en su mayoría por arroyos de régimen intermitente, afluentes del río Lajas, al cual se constituye como colector principal de esta cuenca, su cauce surca en dirección sureste con carácter intermitente hasta la presa Ignacio Allende (La Begoña), donde se torna perenne, hacia el Valle de Celaya. El río Lajas orienta su cauce; nuevamente y fluye con dirección oeste para unirse al río Lerma-Santiago par margen derecha, a la altura de Salamanca**.**

Consulta Pública

***Mapa 20: Cuenca Hidrológica***



***Mapa 21: Subcuenca Hidrográficas***



### *4.3.10.2 Red hidrográfica*

Una corriente de agua se define como un flujo que se origina a partir de la precipitación pluvial o del afloramiento subterráneo. Estas corrientes se clasifican según su tipo de condición y orden, de la siguiente manera:

**Tipo de condición.**

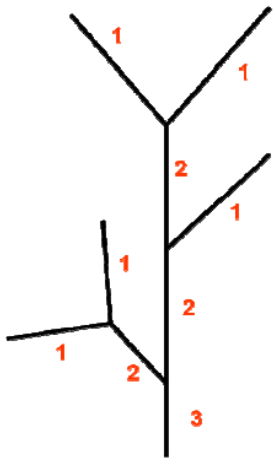
- **Intermitente:** corrientes con presencia de agua en determinadas épocas del año
- **Perenne:** corriente con presencia de agua permanente
- **En operación:** canal que está en uso
- **En construcción:** canal que está en proceso de construcción
- **Fuera de uso:** canal que no está en uso
- **Línea central:** Línea de flujo a través de cuerpos de agua o canales de tipo área

**Orden**

El orden es un método para identificar y clasificar los tipos de cursos basados en la cantidad de afluentes, para lo cual se utiliza la clasificación de numero Strahler, 1957. Una vez identificado el orden se puede definir el tamaño de la corriente, basándose en la jerarquía de los afluentes.

- Las corrientes que carecen de afluentes son denominadas de primer orden (orden 1).
- La unión de dos afluentes de primer orden origina una corriente de segundo orden, dos de segundo orden forman un tercero y así consecutivamente (orden 1, 2, etc.).
- Los ríos principales son aquellos que están alimentados por varias corrientes

*Figura 8: Ejemplo de orden de corrientes, Strahler 1957*




La red hidrográfica reportada para el SAR está conformada por un total 3 corrientes principales. las cuales se describen a continuación:

**Corriente 1 Arroyo Colorado**: La corriente número 1 se encuentra ubicada en la porción norte del SAR, esta pertenece a una de orden 3 de tipo intermitente, se encuentra

Consulta Pública

alimentada por pequeños escurrimientos que se originan en el Cerro Alto, el cual se ubica al este del SAR.

**Corriente 2 Arroyo Blanco**: Pertenece a una corriente de orden 4 de tipo intermitente, esta se origina en las serranías que se ubican en la parte este del SAR, cercanas al límite entre las subcuencas RH12Hb y RH12Ha; es la que se encuentra en mayor proporción dentro del SAR, abarcando desde la parte norte y central. Esta corriente, cuenta con una dirección de flujo mayormente de este a oeste y se encuentra conformado por un total de 7 corrientes de orden 2. Finalmente desemboca en el Río Laja.

**Corriente 3 Arroyo Loma Larga**: Este arroyo tiene sus orígenes en escurrimientos de orden 1, que se forman en la parte este del SAR, en las partes altas de las cadenas montañosas, para posteriormente bajar uniéndose al arroyo siendo de orden 4 y de tipo intermitente. El arroyo Loma Larga, delimita la parte sureste y la parte baja del SAR (sur), cuenta con flujo mayormente de norte a sur, para posteriormente de este a oeste; tiene un total de 3 corrientes de orden, las cuales se originan dentro del SAR.

El AIP se encuentra atravesado por dos corrientes de agua ambas de orden 2 y de tipo intermitente, son afluentes del Arroyo Blanco y tienen su origen al este del SAR, cuentan con una dirección de flujo de Este a Oeste.

En cuanto al AP, se localizan dos corrientes de agua de orden 2 y tipo intermitente, ambas son afluentes del Arroyo Blanco. Una corriente se localiza en la porción norte del AP y funciona como limitante del predio, la segunda se localiza en la parte suroeste.

De acuerdo con la carta de Red Hidrográfica Edición 2.0, escala 1:50,000 del INEGI, se encuentran pequeños cuerpos de agua dentro del SAR, en cuento al AIP y AP no se registran cuerpos de agua.

A continuación, se presentan las características de dichas corrientes. Estas características se obtuvieron mediante el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) versión 4, desarrollado por INEGI:

***Tabla 24: Características de las corrientes principales del SAR, SIATL v 4***

| | Corriente 1 Arroyo Colorado | Corriente 2 Arroyo Blanco | Corriente 3 Arroyo Loma Larga |
|---|---|---|---|
| Condición | Intermitente | Intermitente | Intermitente |
| Orden (Strahler) | 3 | 4 | 4 |
| Elevación máxima (m) | 2,606 | 2,417 | 2,542 |
| Elevación media (m) | 2,328 | 2,238 | 2,325 |
| Elevación mínima (m) | 2,050 | 2,059 | 2,108 |
| Longitud (m) | 8,947 | 7,435 | 7,148 |
| Pendiente media (%) | 6.2143 | 4.82 | 6.0716 |
| Tiempo de concentración (minutos) | 57.48 | 57.22 | 52.33 |
| **Área drenada (km2)** | **5.45** | **14.26** | **8.69** |

Consulta Pública

El cálculo de los caudales máximos de dichas corrientes se realizó para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años, con ayuda del SIATL, disponible en línea en la dirección: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/.

Las precipitaciones máximas probables para cada uno de los periodos de retorno se obtuvieron a partir de los datos arrojados por dicho simulador.

En las tablas siguientes, se muestran los valores de los caudales pico o máximos (m3/s) de cada corriente, para cada uno de los periodos de retorno.

***Tabla 25: Caudal máximo de las corrientes principales del SAR, SIATL v 4***

| Corriente 1 Arroyo Colorado | | |
|---|---|---|
| **Periodo de retorno (años)** | **Precipitación máxima en 24 horas (mm)** | **Caudal máximo ($m^3/s$)** |
| 10 | 69.78 | 10.68 |
| 20 | 80.39 | 12.30 |
| 50 | 91.11 | 13.94 |
| 100 | 104.21 | 15.95 |

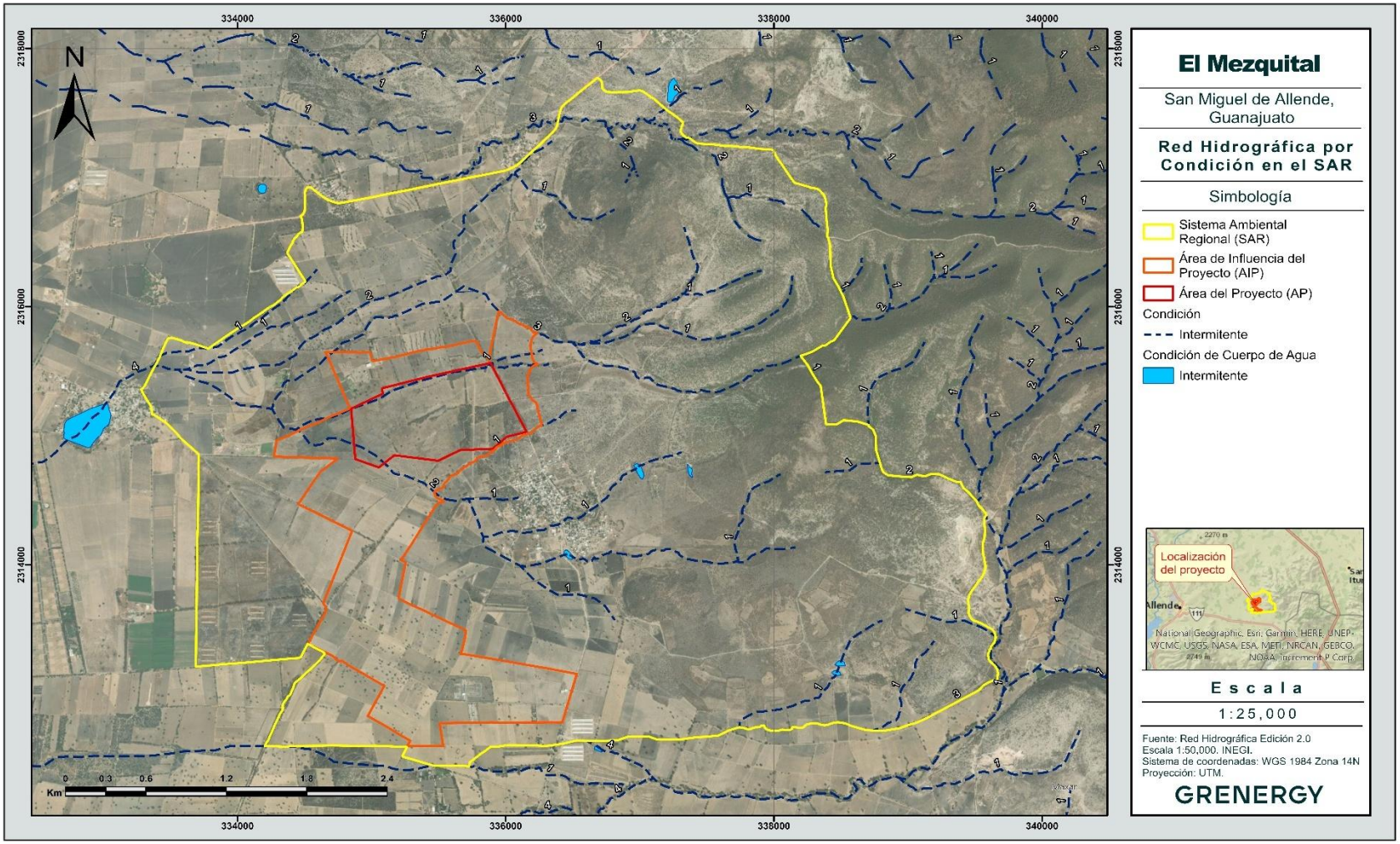
| Corriente 2 Arroyo Blanco | | |
|---|---|---|
| **Periodo de retorno (años)** | **Precipitación máxima en 24 horas (mm)** | **Caudal máximo ($m^3/s$)** |
| 10 | 70.52 | 28.24 |
| 20 | 81.23 | 32.53 |
| 50 | 92.07 | 36.87 |
| 100 | 105.31 | 42.17 |

| Corriente 3 Arroyo Loma Larga | | |
|---|---|---|
| **Periodo de retorno (años)** | **Precipitación máxima en 24 horas (mm)** | **Caudal máximo ($m^3/s$)** |
| 10 | 80.70 | 19.69 |
| 20 | 90.62 | 22.12 |
| 50 | 105.82 | 25.82 |
| 100 | 114.99 | 28.06 |

Cabe mencionar que se han propuesto obras de drenaje para ayudar a encausar el agua pluvial a las áreas de acumulación natural presentes dentro del AP

Consulta Pública

***Mapa 22: Red hidrográfica SAR***



### *4.3.10.3 Hidrología subterránea*

Tanto el SAR, AIP y AP, se encuentran dentro del acuífero **"San Miguel de Allende"** Por lo que, a continuación, se describen las características y la disponibilidad de los mismos:

**San Miguel de Allende**

El acuífero San Miguel de Allende, definido con la clave 1107 por la Comisión Nacional del Agua, se ubica en la parte centro-oriente del estado de Guanajuato, tiene 358 km² de superficie aproximada, entre las coordenadas geográficas 20° 48' y 21° 00' de latitud norte y 100° 29' a 100° 44' de longitud oeste.

Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

**DMA = R – DNC – VEAS**

Donde:

**DMA** = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero.

**R =** Recarga total media anual.

**DNC =** Descarga natural comprometida.

**VEAS =** Volumen de extracción de aguas subterráneas.

Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero.

Para este caso, su valor es de **28.6 hm3/año,** de los cuales 26.3 $hm^3$ son recarga natural y los 2.3 $hm^3$ restantes corresponden a la recarga inducida.

Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben ser sostenidas para no afectar a los acuíferos adyacentes.

En la zona se identificó una conexión subterránea con el acuífero adyacente Cuenca Alta del Río Laja, es decir, existe una salida subterránea en la porción Suroccidental del acuífero. La magnitud de la salida subterránea se estimó en **6.5 hm/año.**

**Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)**

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o

Consulta Pública

aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

**DMA = R – DNC – VEAS**

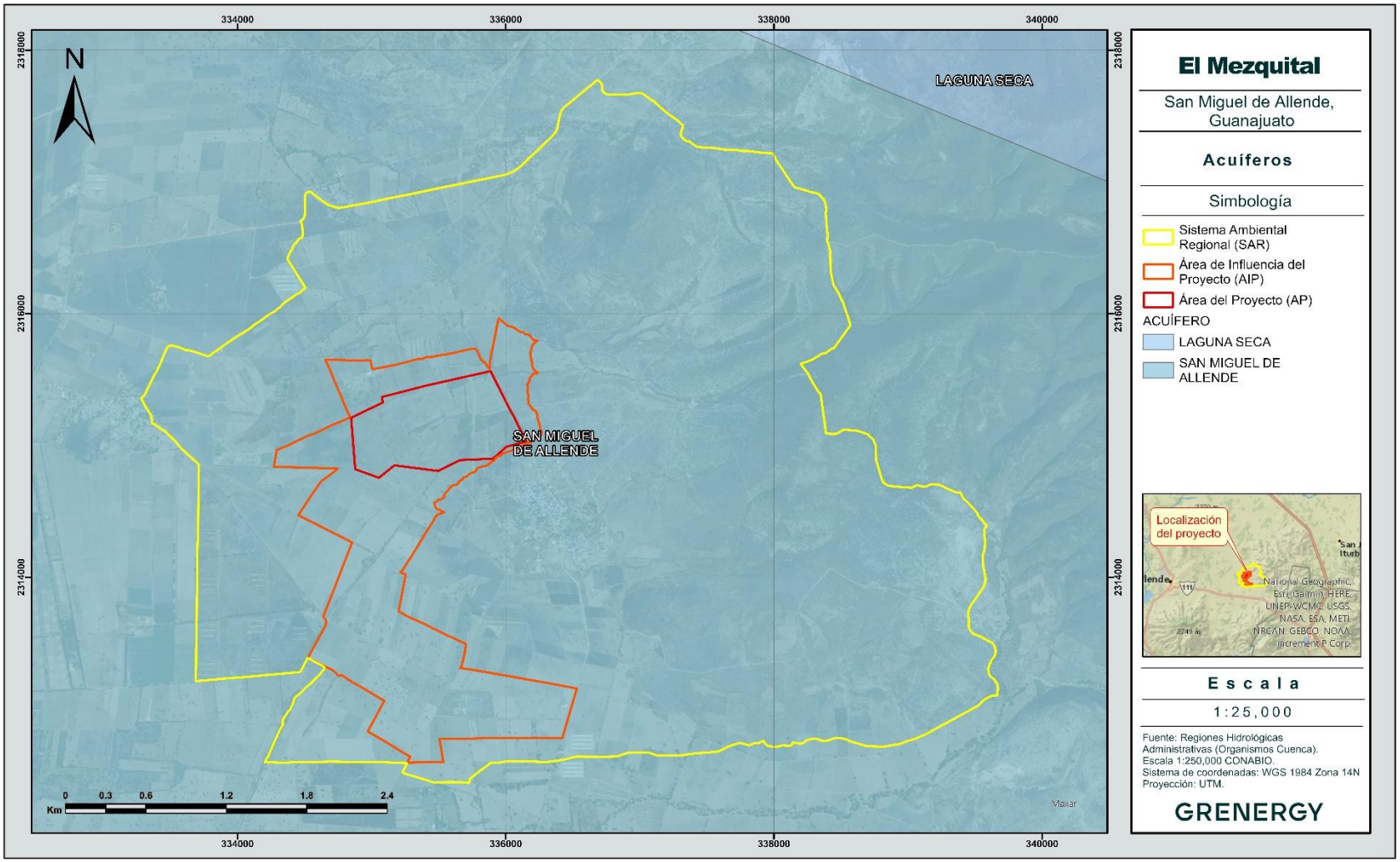
**DMA = 28.6 – 6.5 – 34.480155**

**DMA = -12.380155 hm3 /año.**

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es de **12.380155 m3 anuales.**

Consulta Pública

***Mapa 23: Acuíferos***



### *4.3.10.4 Volumen medio de escurrimiento*

El escurrimiento superficial se estimó con el método de escurrimiento medio o volumen medio (SAR-CP, 1982), para pequeñas cuencas o áreas de drenaje reducido, el cual requiere el promedio de lluvia en el área de la cuenca, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento.

El volumen de escorrentía y gasto hidráulico del SAR, AIP y AP se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Vm = A\ C\ Pm}$$

Donde:

**A =** Área de captación ($km^2$)
**C =** Coeficiente de escurrimiento.
**Pm =** Precipitación Total Anual (mm).
**Vm =** Volumen medio anual; promedio que puede escurrir en miles de $m^3$.

Sustituyendo valores en la ecuación para el **SAR**, tenemos:

**Agricultura de temporal / Asociación arvense**

Vm = (22.5514) (0.1011) (592.1) (1000)
**Vm = 1,349,315.42$m^3$/año**

Sustituyendo valores en la ecuación, para el **AIP** tenemos:

**Agricultura de temporal / Asociación arvense**

Vm = (3.3313) (0.1011) (592.1) (1000)
**Vm = 199,321.30$m^3$/año**

Sustituyendo valores en la ecuación, para el **AP** tenemos:

**Agricultura de Temporal / Asociación Arvense**

Vm = (0.3635) (0.1011) (592.1) (1000)
**Vm = 21,749.26$m^3$/año**

**Mezquital Huizachal**

Vm = (0.3278) (0.0424) (592.1) (1000)
**Vm = 8,231.73$m^3$/año**

**Sin Vegetación Aparente**

Vm = (0.00020) (0.1178) (592.1) (1000)
**Vm = 13.95$m^3$/año**

Tomando en cuenta los resultados para las distintas características del AP, se obtiene un **volumen de escurrimiento actual total de 29,994.93$m^3$/año.**

Consulta Pública

Una vez realizado el CUS y la preparación del terreno, el **área de obras (63.09ha)** pasará a ser una superficie desprovista de vegetación, por lo que se le asignó el valor de C correspondiente a "barbechos, áreas incultas y desnudas"; mientras que la zona de restricción (zonas federales y gasoducto) mantendrá los valores de C correspondientes al tipo de vegetación y usos de suelo que actualmente se presentan dentro de dicha superficie. Sustituyendo los valores dentro de la ecuación tenemos:

**Zona de restricción**

**Agricultura de Temporal / Asociación Arvenses**

Vm = (0.0424) (0.1011) (592.1) (1000)
**Vm = 2,536.91m$^3$/año**

**Mezquital Huizachal**

Vm = (0.0182) (0.0424) (592.1) (1000)
**Vm = 457.04m$^3$/año**

**Área de obras**

**Barbecho, áreas incultas y desnudas**

Vm = (0.6309) (0.1178) (592.1) (1000)
**Vm = 44,007.25m$^3$/año**

Considerando los resultados para la zona de restricción y el área de obras, se obtiene un volumen de escurrimiento total potencial de **47,001.2 m$^3$/año** para el AP.

Tomando en cuenta el resultado actual (29,994.93m$^3$/año) y potencial (47,001.20m$^3$/año) del AP, se observa **un incremento de 17,006.27m$^3$/año en el volumen de escurrimiento**, ocasionado por el CUS y la preparación del terreno:

***Tabla 26: Incremento en el Vm debido al CUS y la preparación del Proyecto***

| Vm Actual del AP (m$^3$/año) | Vm potencial del AP (m$^3$/año) | Incremento en el Vm del AP(t/año) |
|---|---|---|
| 29,994.93 | 47,001.2 | **17,006.27** |

Consulta Pública

#### *4.3.10.5 Cálculo de balance hídrico*

Se denomina Ciclo Hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea; es decir, que es el proceso global por el cual se considera al agua un recurso natural renovable; debido a que en esa circulación espontánea y continua el líquido vital se purifica y retorna temporalmente a sus fuentes, que la ponen al alcance de sus múltiples demandantes.

Para la realización de dicho cálculo, es necesario calcular la evapotranspiración, para lo cual se utilizó el modelo propuesto por Turc (1961) en el que propone calcular la evapotranspiración potencial para cada mes en función de la radiación solar media diaria de ese mes sobre una superficie horizontal, la temperatura media mensual y una corrección basada en la humedad relativa media mensual. Con base en lo anterior y como se calculó en apartados previos.

Consulta Pública

*Tabla 27: Evapotranspiración mensual Turc (1961)*

| Evapotranspiración Mensual TURC | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Ene** | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** | **Ago** | **Sep** | **Oct** | **Nov** | **Dic** | **Anual** |
| **ETP** | 10.58 | 10.96 | 13.43 | 14.65 | 14.86 | 14.33 | 13.71 | 13.66 | 13.14 | 12.56 | 11.69 | 10.85 | **154.430** |

Una vez realizado lo anterior se calculó el balance hídrico, quedando de la siguiente forma:

*Tabla 28: Balance hídrico*

| | **Ene** | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** | **Ago** | **Sep** | **Oct** | **Nov** | **Dic** | **Anual** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prec | 10.27 | 10.74 | 9.72 | 13.61 | 37.46 | 101.37 | 137.86 | 109.7 | 101.66 | 40.43 | 13.04 | 6.28 | **592.140** |
| EtP | 10.58 | 10.96 | 13.43 | 14.65 | 14.86 | 14.33 | 13.71 | 13.66 | 13.14 | 12.56 | 11.69 | 10.85 | **154.430** |
| Δ | -0.31 | -0.22 | -3.71 | -1.04 | 22.60 | 87.04 | 124.15 | 96.04 | 88.52 | 27.87 | 1.35 | -4.57 | **437.710** |
| ALM | 95.12 | 94.90 | 91.19 | 90.15 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 95.43 | **1166.790** |
| def | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | **0.000** |
| Exceso | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.75 | 87.04 | 124.15 | 96.04 | 88.52 | 27.87 | 1.35 | 0.00 | **437.720** |
| **ETR** | **10.27** | **10.74** | **9.72** | **13.61** | **14.86** | **14.33** | **13.71** | **13.66** | **13.14** | **12.56** | **11.69** | **6.28** | **144.572** |

Donde:

**Prec**: Precipitación
**EtP**: Evapotranspiración
**Δ:** Diferencia entre precipitación y evapotranspiración.
**ALM:** Almacenaje de Agua Útil
**def:** Déficit
**Ex:** Exceso
**ETR:** Evapotranspiración Real

Consulta Pública

### *4.3.10.6 Infiltración*

La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo quedando retenida en él.

El estudio del balance de suelos se basa en el principio de la conservación de la materia. O sea, el agua que entra a un suelo, es igual al agua que se almacena en el suelo, más el agua que sale de él. Las entradas son debidas a la infiltración del agua hacia el suelo y las salidas se deben a la evapotranspiración de las plantas, más la descarga de los acuíferos.

Para calcular la cantidad de agua que se infiltra en el SAR, AIP y AP se utilizó el valor estimado de evapotranspiración (Turc, 1960), se multiplicó por la superficie de la poligonal correspondiente y se convirtió a $m^3$; así como el volumen de escurrimiento (NOM-011-CONAGUA-2015) calculado para cada una de las superficies:

**Infiltración actual del SAR**

*Tabla 29: Infiltración con Balance Hídrico Actual del SAR*

| Balance Hídrico Actual SAR | |
|---|---|
| | **Totales m3 /año** |
| Captación bruta | 13,353,586.00 |
| ETR | 3,260,301.00 |
| Captación neta | 10,093,285.00 |
| **Infiltración** | **8,743,969.58** |
| Escorrentía | 1,349,315.42 |

Donde se observa un volumen de captación bruta de **13,353,586m3/año**, el cual se obtuvo al calcular la precipitación mensual en mm por la superficie del SAR y convirtiéndolo a $m^3$. A este valor se le resta la evapotranspiración real (**3,260,301$m^3$/año**) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **10,093,285$m^3$/año.**

Posteriormente, al valor de la captación neta se le resta el volumen de escurrimiento calculado para el SAR, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**1,349,315.42$m^3$/año**), quedando así una infiltración **de 8,743,969.58$m^3$/año**, actuales

**Infiltración actual del AIP**

*Tabla 30: Infiltración con Balance Hídrico Actual del AIP*

| Balance Hídrico Actual AIP | |
|---|---|
| | **Totales m3 /año** |
| Captación bruta | 1,972,595.98 |
| ETR | 481,612.70 |
| Captación neta | 1,490,983.28 |
| **Infiltración** | **1,291,661.97** |
| Escorrentía | 199,321.30 |

Donde se observa un volumen de captación bruta de **1,972,595.98$m^3$/año**, el cual se obtuvo al calcular la precipitación mensual en mm por la superficie del AIP y convirtiéndolo a $m^3$. A

Consulta Pública

este valor se le resta la evapotranspiración real (**481,612.70m³/año**) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **1,490,983.28m³/año.**

Posteriormente, al valor de la captación neta se le resta el volumen de escurrimiento calculado para el AIP, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**199,321.30m³/año**), quedando así una infiltración de **1,291,661.79m³/año**, actuales para el AIP.

**Infiltración actual del AP**

***Tabla 31: Infiltración con Balance Hídrico actual del AP***

| Balance Hídrico Actual AP | |
|---|---|
| | **Totales m3 /año** |
| Captación bruta | 409,464.81 |
| ETR | 99,971.54 |
| Captación neta | 309,493.27 |
| **Infiltración** | **279,498.34** |
| Escorrentía | 29,994.93 |

Donde se observa un volumen de captación bruta de **409,464.81m³/año**, el cual se obtuvo al calcular la precipitación mensual en mm por la superficie del AP y convirtiéndolo a m³. A este valor se le resta la evapotranspiración real (**99,971.54m³/año**) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **309,493.27m³/año.**

Posteriormente, al valor de la captación neta se le resta el volumen de escurrimiento actual calculado para la totalidad del AP, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**29,994.93m³/año**), quedando así una infiltración de **279,498.34m³/año**, actuales para el AP.

**Infiltración potencial del AP**

Una vez retirada la vegetación del área de obras, por motivo del CUS y la preparación del terreno, los volúmenes de agua del balance hídrico actual serán los siguientes:

***Tabla 32: Infiltración con Balance Hídrico Potencial del AP***

| Balance Hídrico Potencial AP | |
|---|---|
| | **Totales m3 /año** |
| Captación bruta | 409,464.81 |
| ETR | 99,971.54 |
| Captación neta | 309,493.27 |
| **Infiltración** | **262,492.07** |
| Escorrentía | 47,001.20 |

Donde se observa un volumen de captación bruta de **409,464.81m³/año**, el cual se obtuvo al calcular la precipitación mensual en mm por la superficie del AP y convirtiéndolo a m³. A este valor se le resta la evapotranspiración real (**99,971.54m³/año**) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **309,493.27m³/año.**

Consulta Pública

Posteriormente, al valor de la captación neta se le resta el volumen de escurrimiento actual calculado para la totalidad del AP, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**47,001.2m³/año**), quedando así una infiltración de **262,492.07m³/año**, potencial para el AP.

***Tabla 33: Comparativa entre infiltración actual y potencial del AP***

| Infiltración actual (m³/año) | Infiltración potencial(m³/año) | Modificación al volumen de infiltración una vez realizadas las obras (m³/año) |
|---|---|---|
| 279,498.34 | 262,492.07 | **17,006.27** |

Considerando ambos resultados, se observa que, una vez realizadas las obras, el volumen de agua que se infiltra dentro del AP pasará a los **262,492.07m³/año** lo que corresponde a una disminución de **17,006.27m³/año.**

Es importante mencionar que se han diseñado medidas de conservación de suelo y agua a razón de compensar este impacto y mantener patrón de infiltración actual del AP; dichas medidas se encuentran descritas en el capítulo 6 del presente documento.

## 4.4 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR, Medio Biótico

### 4.4.1 Vegetación

#### *4.4.1.1 Introducción*

México posee una de las floras más variadas de América e incluso las cifras contabilizadas (entre 22,332 y 23,314, solo para plantas vasculares) lo ubican como el quinto país a nivel mundial con mayor riqueza florística (Llorente-Bousquets & Ocegueda 2008; Morrone 2019a; Villaseñor 2003, 2016; Villaseñor & Ortíz 2014). Esta diversidad con certeza debe su origen a la posición geográfica de este país, ubicada en la transición de la zona templada del norte (holártica) y la zona tropical (neotropical), razón que ha dado lugar y desarrollo de un gran grupo de plantas, reconociendo en la flora de México tres elementos geográficos primordiales: el meridional, el boreal y el endémico o autóctono (Miranda & Hernández-X. 2014; Morrone 2019a; Rzedowski 1991).

Asimismo, la biodiversidad de la flora mexicana refleja en cierta manera la nutrida diversidad de climas y suelos ligada a la accidentada topografía y compleja estructura geológica del suelo (Miranda & Hernández-X. 2014; Villaseñor 2003). Es así, que a lo largo y ancho de sus dos millones de km², los tipos de vegetación que cubren el multiforme territorio de México van desde las selvas altas de las regiones húmedas del sureste y vertiente del Atlántico hasta los desiertos en las regiones áridas de noroeste de México (González-Medrano 2003; Miranda & Hernández-X. 2014; Ramírez-Mateos *et al.* 1899; Rzedowski 2006a).

Los tipos de vegetación se definen fundamentalmente por su fisonomía, derivada a su vez de las formas de vida (biotopo) de las especies vegetales que los componen. El termino

Consulta Pública

fisonomía se refiere, en los diccionarios de diferentes lenguas, a los elementos que nos permiten conocer el carácter de los humanos por sus atributos faciales y, de manera general, a las características externas de organismos o de objetos no animados. En este sentido, de manera práctica se puede decir que el tipo de vegetación representa la cara de la flora que en su conjunto lo compone (Miranda & Hernández-X. 2014).

Una de las manifestaciones que mejor distinguen la capacidad analítica del ser humano es su tendencia a clasificar las cosas y fenómenos de su entorno. Sin lugar a dudas esta tendencia es una pieza fundamental que conduce a la mejor comprensión, manejo y explotación del medio natural. Dentro de estas manifestaciones, en el ámbito de la botánica, la clasificación de los seres vivos vegetales y las comunidades que estos seres forman (tipos de vegetación) no son las únicas sistematizaciones, es así que la distribución de las plantas en México y sus relaciones fitogeográficas han dado lugar a una clasificación denominada como Provincias florísticas de México (Rzedowski 1978, 2006a).

En México se conocen 17 provincias florísticas, actualmente tratadas como provincias biogeográficas y entonces solo 14 reconocidas (Escalante 2009; Morrone *et al.* 1999, 2002; Morrone 2005; Morrone *et al.* 2017; Morrone 2019a), agrupadas en cuatro regiones y estas a su vez relacionadas en forma no del todo discreta con dos reinos, Neártico y Neotropical. En general no existen límites precisos entre provincias florísticas, pues los cambios suelen ser graduales y con frecuentes penetraciones de elementos procedentes de áreas vecinas, por consiguiente, el trazo de los límites entre provincias es arbitrario y aproximado.

Una de estas 17 provincias es la Provincia del Desierto Chihuahuense, esta provincia se sitúa en el Altiplano Mexicano, que se extiende entre las Sierras Madre Occidental y Oriental, abarcando los estados de Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Tlaxcala, Puebla, Coahuila, Durango, Nuevo León y Sonora, y el sur de los estados de Nuevo México y Texas en los EUA (Morrone 2019b). La altitud del Desierto Chihuahuense varía entre los 1,000 y 2,000 m.

La vegetación de la provincia del Desierto Chihuahuense consiste en estepas de gramíneas de los géneros *Bouteloua* y *Aristida*, extendidas entre matorrales xerófilos, y bosques en los llanos y valles. Entre las especies dominantes de plantas se encuentran *Andropogon citratus*, *Aristida glauca*, *Bouteloua aristidoides*, *B. eriopoda*, *B. hirsuta* y *Larrea tridentata* (Morrone 2019b).

Varios autores han considerado la existencia de 2 provincias diferentes: Altiplano Norte y Altiplano Sur, considerados como los distritos Coahuilense y Zacatecano. El distrito Zacatecano se distribuye desde el Valle del Mezquital en Hidalgo hasta el río Aguanaval y es menos seco que el distrito Coahuilense. La superficie del SAR y consecuentemente del AIP y AP quedan situadas en este.

El conocimiento de la vegetación es necesario para innumerables actividades de investigación y desarrollo por su importancia como subsistema fundamental del sistema ecológico: captadora y transformadora de energía solar, puerta de entrada de la energía y de la materia a la trama trófica, almacenadora de energía, proveedora de refugio de la fauna, agente antierosivo del suelo, agente regulador del clima local, agente reductor de la contaminación atmosférica y del ruido, fuente de materia prima para el hombre, fuente de

Consulta Pública

bienestar espiritual y cultural por su valor estético, recreativo y educativo (Matteucci & Colma 1982).

Los estudios de la vegetación pueden enfocarse con propósito académico con miras a obtener conocimientos en el campo de la ciencia de la vegetación, o con una finalidad utilitaria, cual es la de emplear los conocimientos a la solución de problemas aplicados. Las investigaciones van desde el estudio, descripción, clasificación y cartografía de la vegetación de zonas desconocidas o poco estudiadas, hasta la búsqueda de un modelo general de la vegetación. En este sentido, el fin de este apartado es dar luz a la identificación de impactos y medidas de mitigación del proyecto a través de la descripción, delimitación y comparación los tipos de vegetación presentes en el SAR y AP, así como la flora encontrada en cada una de estas superficies, señalando sus parámetros cuantitativos a través de índices de valor de importancia y de diversidad, y su similitud a través de índices cuantitativos y cualitativos utilizando herramientas de análisis digital, literatura local y datos recabados a partir del trabajo de campo y esfuerzo físico en la superficie del SAR, AIP y AP.

#### *4.4.1.2 Metodología*

##### *4.4.1.2.1 Definición de los tipos de vegetación*

Uno de los problemas que a menudo se afronta al definir un tipo de vegetación o comunidad vegetal en México, es que hasta la fecha no existe un sistema de clasificación y nomenclatura de las comunidades vegetales que sea de uso común (González-Medrano 2003).

En este sentido, con el fin de generar un panorama homogéneo, definición y descripción del o los tipos de vegetación presentes en el SAR, AIP y AP, se consultaron las obras y herramientas más representativas y útiles para la región de estudio (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI 2021; Miranda & Hernández-X. 1963; Rzedowski 1957, 2006b) En este sentido, las líneas que describen los tipos de vegetación en este documento representan un esbozo general de las diferentes obras consultadas.

##### *4.4.1.2.2 Trabajo de campo*

La temporalidad del trabajo de campo relativo al levantamiento de datos taxonómicos, dasonómicos y ecológicos de la flora y vegetación del SAR, AIP y AP **obedece del día 17 al 28 de septiembre de 2025**, tomando un horario diario de 06:00 a 17:00 hrs con periodos intercalados de descanso y toma de alimentos. El equipo de trabajo se organizó en cuatro brigadas compuestas cada una por dos especialistas en taxonomía vegetal. Cada brigada realizo exploración de campo equipada con herramientas de geolocalización, cámara fotográfica y de ser necesario prensa botánica para toma de muestras vegetales. Las fechas de trabajo de campo coinciden con los periodos de floración y/o fructificación de varios taxa en la región de estudio, además se consideró importante el registro de las estructuras vegetativas vivas o desecas para lograr un reconocimiento completo de la diversidad de organismos vegetales presentes en las áreas exploradas. Asimismo, las especies vegetales epigeas y estacionales y/o efímeras se muestran esencialmente visibles durante esta época del ciclo anual en la región (Raunkiaer 1934), de esta manera, el trabajo de campo realizado

Consulta Pública

para estas áreas refleja en los registros valores dimensionales y de diversidad suficientemente verosímiles y confiables.

#### *4.4.1.2.3 Muestreo*

En la mayoría de los estudios de la vegetación no es operativo enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por esta razón se realizan muestreos de la misma a fin de estimar el valor de los parámetros de la población vegetal.

##### *4.4.1.2.3.1 Tamaño de las unidades muestrales*

El tamaño de las unidades muestrales debe satisfacer tres requisitos fundamentales (Matteucci & Colma 1982):

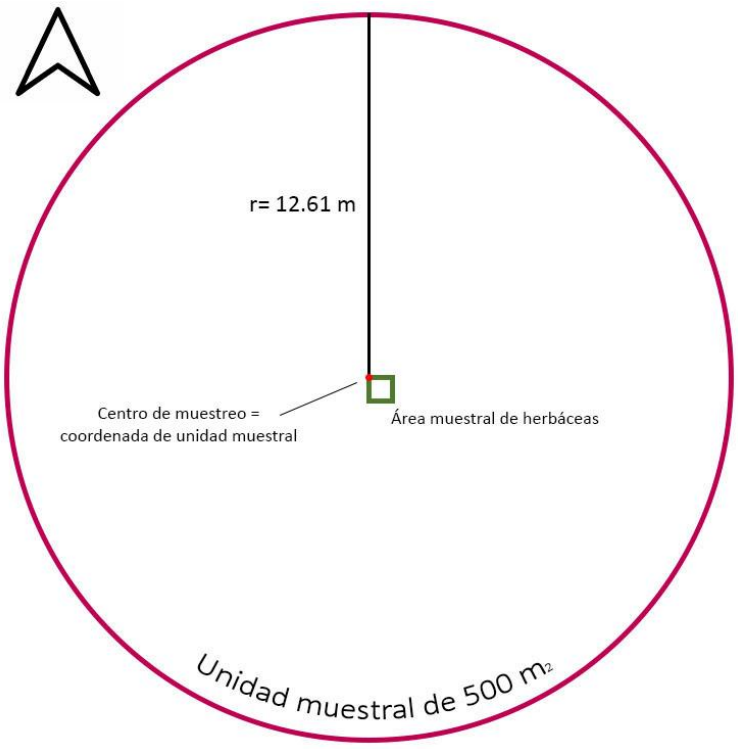
a) Deben distinguirse claramente,
b) Las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos, y
c) Una vez seleccionada la forma y el tamaño, deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Si el modelo espacial de los individuos es aleatorio, puede usarse cualquier tamaño de unidad muestral sin que se altere la precisión de la estimación y su selección depende de consideraciones prácticas (Matteucci & Colma 1982). Esto es, si los individuos a contar son pequeños y muy abundantes es preferible utilizar unidades pequeñas, por otro lado, si los individuos a contar son grandes o se encuentran distribuidos de manera dispersa, las unidades grandes resultan mucho mejores. Es importante considerar que no es conveniente utilizar unidades demasiado pequeñas porque estas destacas los errores de borde, individuos que se encuentran en el borde de la unidad y que presentan un problema de exclusión o inclusión en el muestreo.

Bajo el anterior argumento, el tamaño de las unidades muestrales seleccionado fue de 500$m^2$, con una forma circular (radio de 12.6 m). Las unidades de muestreo circulares presentan la excelente ventaja de tener menor perímetro que los rectangulares para una misma superficie, lo que se traduce en una menor posibilidad de error al contabilizar a los árboles cuya pertenencia al sitio sea dudosa (Olvera-Vargas *et al.* 1996). El centro de la unidad muestral corresponde a la coordenada registrada para cada punto de muestreo. El área de levantamiento de datos para herbáceas consistió en un polígono cuadrado con superficie de 1$m^2$, esta área se delimito con un perímetro físico construido a partir de tubo de ½ pulgada de PVC, el perímetro superior se posiciono perpendicularmente a la dirección del norte magnético geográfico.

Consulta Pública

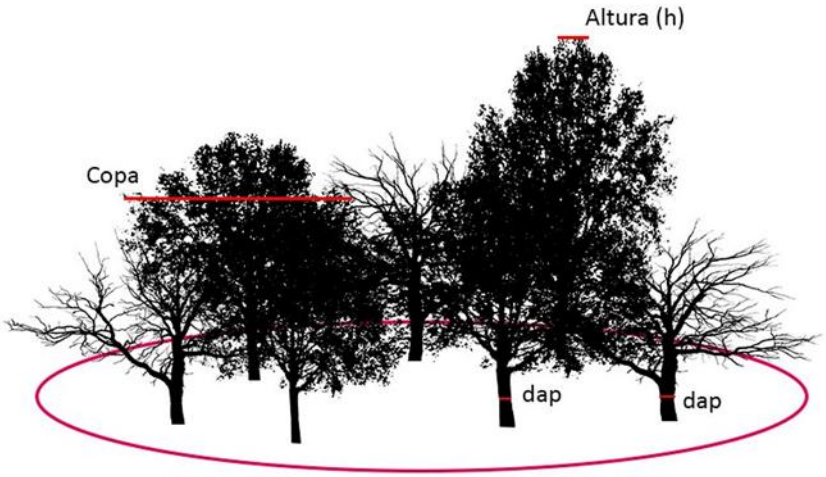
***Figura 9: Representación esquemática del tamaño y forma de la unidad muestral de la vegetación.***




Para el análisis de los individuos se definieron cinco categorías en función al biotipo, en donde se establecieron las reglas de inclusión y exclusión conforme a lo siguiente:

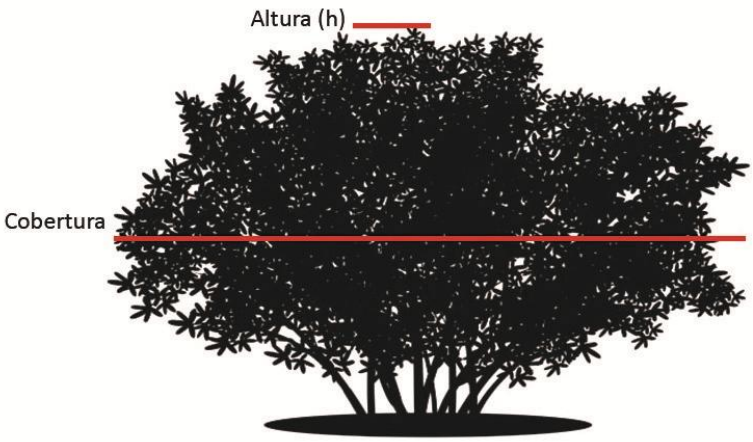
- *Arbóreas*: Todos aquellos individuos de 7 cm de dap (diámetro a la altura del pecho) o mayores. Se registró especie taxonómica, dap, altura total y copa en 500 $m^2$.

***Figura 10: Ilustración gráfica del muestreo de arbóreas.***



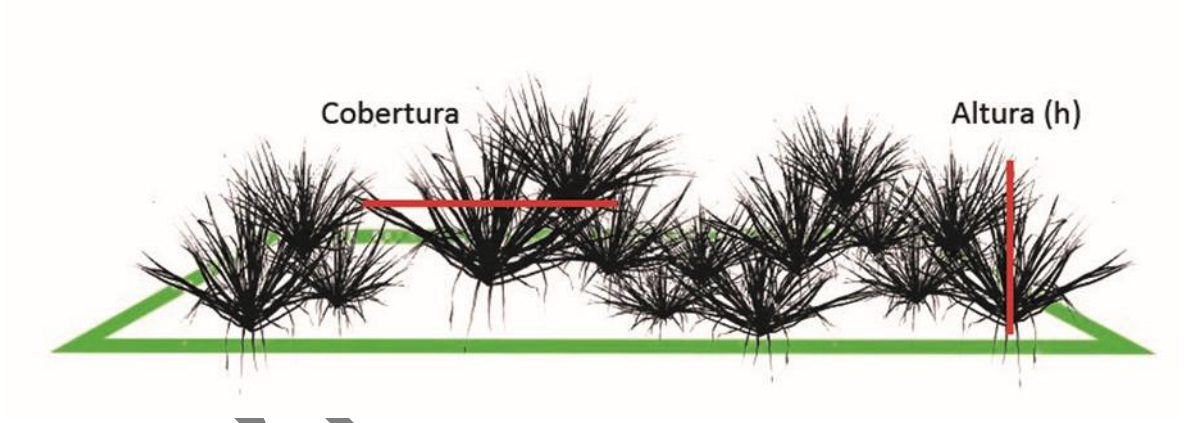

- *Arbustivas*: Todos aquellos individuos mayores a 50 cm de altura y menores a 7 cm de dap. Se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en 500 $m^2$.

***Figura 11: Ilustración gráfica del muestreo de arbustivas.***




- *Herbáceas*: Todos aquellos individuos de 0 a 49 cm de altura. Para estos se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en una superficie de 1 $m^2$.

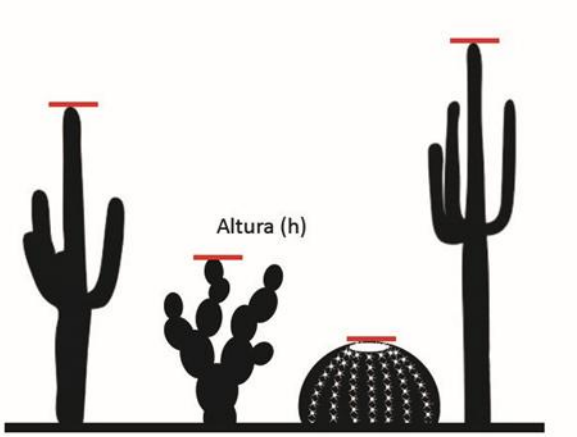
***Figura 12: Ilustración gráfica del muestreo de herbáceas.***




- *Cactáceas*: Todos los individuos suculentos pertenecientes a la familia Cactaceae. Se registró especie taxonómica y altura total.

Consulta pública

***Figura 13: Ilustración del muestreo de cactáceas.***




Cada una de las unidades de muestreo levantadas se distinguió a través de marcas visuales y llamativas, asimismo, las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal registrado y la forma y tamaño establecido se respetó para cada una de ellas.

#### *4.4.1.2.3.2 Tamaño de muestra*

Cuanto mayor es el número de las unidades muestrales, más precisa es la estimación de la o las variables consideradas. No obstante, debido al gran costo del muestreo (especialmente en tiempo y esfuerzo) es preciso llegar a un equilibrio en donde el esfuerzo invertido sea equiparable a la cantidad y calidad de la información recabada (McRoberts *et al.* 2015).

Considerando que el área a analizar (SAR, AIP y AP) representa una superficie o universo finito (unidad delimitada en ha y $m^2$), y que es posible conocer el total de integrantes de la población (total de muestreos posibles de 500 $m^2$), es conveniente el uso de la fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos (Valdivieso-Taborga *et al.* 2011). Para el desarrollo de la fórmula es importante comprender los siguientes aspectos:

*Tamaño de la población*: La cantidad total de unidades muestrales en la superficie analizada. Si se está tomando una muestra aleatoria sobre la totalidad de la superficie forestal en el SAR (934.89 ha), entonces el tamaño de la población será de 18,697.8 muestreos posibles de 500$m^2$.

*Margen de error*: Un porcentaje que señala en qué medida se puede esperar que los resultados de los parámetros analizados reflejen un valor parecido al real de la población general. Entre más pequeño sea el margen de error, más cerca se estará de tener el parámetro real con un determinado nivel de confianza.

*Nivel de confianza del muestreo*: Un porcentaje que revela cuánta confianza puedes tener en que tu tamaño de muestra represente un parámetro dentro de un rango determinado. Por ejemplo, un nivel de confianza del 95% significa que puedes tener una seguridad del 95% de que los resultados oscilarán entre los números *x* e *y*.

*Variabilidad (coeficiente de variabilidad)*: Un porcentaje estimado de diferenciación de un punto a otro, entre más alta la variación, incrementa el tamaño de muestra. Para obtener

Consulta Pública

este valor (Celis-de la Rosa & Labrada-Martagón 2014; Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) es necesario la designación de un muestreo piloto con varias repeticiones (ej. 5, 10, 15 etc.), entonces se selecciona un parámetro medible (en este caso número de individuos arbóreos y arbustivos, $I$) para cada una de las repeticiones.

***Tabla 34: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto del SAR.***

| Unidad Piloto | Número de especies | Número de especies$^2$ |
|---|---|---|
| 1 | 6 | 36 |
| 2 | 8 | 64 |
| 3 | 5 | 25 |
| 4 | 5 | 25 |
| 5 | 5 | 25 |
| 6 | 8 | 64 |
| 7 | 8 | 64 |
| 8 | 8 | 64 |
| 9 | 9 | 81 |
| 10 | 10 | 100 |
| 11 | 3 | 9 |
| 12 | 16 | 256 |
| 13 | 8 | 64 |
| 14 | 7 | 49 |
| 15 | 10 | 100 |
| **Total** | **116** | **1,026** |

El promedio ($\bar{X}$) del parámetro medible seleccionado corresponde a 7.73 individuos. Seguido de esto se calcula la desviación estándar ($s$) mediante la siguiente formula:

$$s = \sqrt{\sum I^2 - \frac{(\sum I)^2}{n} \Big/ n - 1}$$

$$s = \sqrt{1{,}026 - \frac{(116)^2}{15} \Big/ 15 - 1} = 3.03$$

Es así que la variación ($p$) es igual a:

$$p = \frac{s * 100}{\bar{X}} = \frac{3.03 * 100}{7.73} = 39.24$$

La fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos corresponde a la siguiente (Milton 2007; Wackerly *et al.* 2010):

$$n = \frac{\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2}}{1 + (\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2 N})}$$

Consulta Pública

Donde:

$n$ = tamaño de muestra

$N$ = tamaño de la población

$e$ = margen de error (porcentaje expresado con decimales)

$p$ = variabilidad (porcentaje expresado con decimales)

$z$ = puntuación z. la puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada se aleja de la media. La siguiente tabla permite encontrar la puntuación z adecuada:

***Tabla 35: Relación de Nivel de confianza y puntuación z.***

| Nivel de confianza deseado | 80% | 85% | 90% | 95% | 99% |
|---|---|---|---|---|---|
| **Puntuación z** | 1.28 | 1.44 | 1.65 | **1.96** | 2.58 |

De acuerdo con SEMARNAT (2017), el tamaño de muestra debe tener niveles de confianza no menores al 95%, por lo que la puntuación de z mínima a considerar es de 1.96. Conociendo esto, se desglosa la fórmula de la siguiente manera:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.39\ (1-0.39)}{0.10^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.39\ (1-0.39)}{0.10^2\ 18{,}698})} = 91^1$$

Una vez calculado el tamaño de muestra y conociendo que el número mínimo de puntos de muestreo para generar un estimado confiable de parámetros vegetales es de 91 sitios de levantamiento en el SAR, se desglosa el mismo proceso para el AIP, donde se delimita la presencia de 14.04 ha de superficie forestal.

***Tabla 36: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto del AIP.***

| Muestreo Piloto | Número de especies | Número de especies$^2$ |
|---|---|---|
| 1 | 7 | 49 |
| 2 | 8 | 64 |
| 3 | 9 | 81 |
| 4 | 11 | 121 |
| 5 | 9 | 81 |
| 6 | 14 | 196 |
| 7 | 14 | 196 |
| 8 | 10 | 100 |
| 9 | 10 | 100 |
| 10 | 12 | 144 |
| 11 | 7 | 49 |
| 12 | 7 | 49 |
| 13 | 10 | 100 |

Consulta Pública

| | | |
|---|---|---|
| 14 | 10 | 100 |
| 15 | 3 | 9 |
| **Total** | **141** | **1439** |

$$s = \sqrt{1{,}439 - \frac{(141)^2}{15}} \Big/ {15 - 1} = 2.84$$

$$p = \frac{2.8 \ * 100}{9.4} = 30.3$$

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.30\ (1 - 0.30)}{0.10^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.30\ (1 - 0.30)}{0.10^2\ 280.80})} = 63$$

Por último, el mismo proceso se repite para el AP, con 32.98 ha de superficie forestal:

***Tabla 37: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto del AP.***

| Muestreo Piloto | Número de especies | Número de especies² |
|---|---|---|
| 1 | 8 | 64 |
| 2 | 5 | 25 |
| 3 | 5 | 25 |
| 4 | 5 | 25 |
| 5 | 8 | 64 |
| 6 | 8 | 64 |
| 7 | 8 | 64 |
| 8 | 9 | 81 |
| 9 | 10 | 100 |
| 10 | 3 | 9 |
| 11 | 16 | 256 |
| 12 | 7 | 49 |
| 13 | 10 | 100 |
| 14 | 8 | 64 |
| 15 | 10 | 100 |
| **Total** | **120** | **1090** |

$$s = \sqrt{1{,}090 - \frac{(120)^2}{15}} \Big/ {15 - 1} = 3.04$$

Consulta Pública

$$p = \frac{3.04 \ * 100}{8} = 38.09$$

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.38\ (1 - 0.38)}{0.10^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.38\ (1 - 0.38)}{0.10^2\ 660})} = \ 80$$

En este sentido, se expone que el tamaño de muestra levantado en el SAR corresponde a 119 sitios de muestreo, 91 sitios para el AIP y 80 sitios para la superficie del AP, y en todos los casos, los mínimos establecidos estadísticamente fueron cumplidos.

#### *4.4.1.2.3.3 Distribución de las unidades muestrales*

La ubicación de las unidades muestrales se definió a partir del sistema de coordenadas UTM con proyección WGS84, a continuación, se presentan las coordenadas para cada unidad levantada en el SAR, AIP y AP:

***Tabla 38: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del SAR.***

| Unidad | Este (X) | Norte (Y) | Unidad | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 336279.8758 | 2315826.471 | 25 | 337181.8142 | 2313465.979 |
| 2 | 337982.6557 | 2314973.02 | 26 | 338884.2564 | 2313446.499 |
| 3 | 337360.3219 | 2313247.451 | 27 | 339485.7084 | 2313128.133 |
| 4 | 336922.9189 | 2316553.541 | 28 | 334696.2748 | 2316747.772 |
| 5 | 337559.948 | 2314955.967 | 29 | 338196.1842 | 2314401.475 |
| 6 | 337872.2405 | 2314963.75 | 30 | 338705.0355 | 2313511.944 |
| 7 | 336731.434 | 2315294.838 | 31 | 337955.47 | 2316706.595 |
| 8 | 338223.8104 | 2315018.645 | 32 | 336516.0087 | 2317136.626 |
| 9 | 337952.4698 | 2314361.098 | 33 | 338444.9314 | 2313670.141 |
| 10 | 337925.56 | 2313220.067 | 34 | 339113.2026 | 2313739.07 |
| 11 | 337585.3212 | 2317108.132 | 35 | 337551.0346 | 2316853.221 |
| 12 | 337469.6928 | 2316092.811 | 36 | 337432.4523 | 2313944.813 |
| 13 | 336743.372 | 2315723.429 | 37 | 336619.3857 | 2316699.956 |
| 14 | 337538.5432 | 2316534.005 | 38 | 338579.225 | 2314224.173 |
| 15 | 338139.9635 | 2316914.27 | 39 | 337644.7898 | 2313928.764 |
| 16 | 337717.8797 | 2315520.165 | 40 | 337971.6118 | 2316842.55 |
| 17 | 338836.8482 | 2314332.166 | 41 | 338460.1126 | 2314566.731 |
| 18 | 337058.6366 | 2314748.271 | 42 | 338125.7098 | 2316963.59 |
| 19 | 336120.3295 | 2317071.61 | 43 | 339297.4452 | 2313013.191 |
| 20 | 336365.4966 | 2317239.367 | 44 | 337310.0786 | 2314390.428 |
| 21 | 336119.868 | 2316048.458 | 45 | 337079.7639 | 2315880.889 |
| 22 | 339201.441 | 2314224.914 | 46 | 339308.053 | 2313502.38 |
| 23 | 337649.5311 | 2316759.385 | 47 | 338422.1641 | 2314377.907 |
| 24 | 337682.2664 | 2314615.875 | 48 | 336551.9461 | 2316717.617 |

Consulta Pública

| Unidad | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| 49 | 339165.3936 | 2312861.275 |
| 50 | 336388.2882 | 2316944.058 |
| 51 | 338474.8906 | 2313989.22 |
| 52 | 337426.6492 | 2313428.981 |
| 53 | 338096.718 | 2314590.257 |
| 54 | 336979.8992 | 2313299.051 |
| 55 | 337557.2818 | 2317002.198 |
| 56 | 337453.5922 | 2313259.073 |
| 57 | 336493.2441 | 2317298.051 |
| 58 | 337374.7201 | 2313737.18 |
| 59 | 338915.9539 | 2313484.972 |
| 60 | 336284.748 | 2316050.19 |
| 61 | 337777.7709 | 2313307.034 |
| 62 | 338344.9272 | 2314409.971 |
| 63 | 337677.8453 | 2316847.679 |
| 64 | 337015.0639 | 2315797.848 |
| 65 | 336899.0354 | 2317339.3 |
| 66 | 337223.477 | 2316502.776 |
| 67 | 336539.315 | 2315087.645 |
| 68 | 337430.6858 | 2315522.269 |
| 69 | 336330.3498 | 2315987.955 |
| 70 | 338649.9959 | 2313240.945 |
| 71 | 336627.1838 | 2314893.246 |
| 72 | 336361.6384 | 2317286.485 |
| 73 | 337134.9202 | 2316485.9 |
| 74 | 336418.2785 | 2314842.018 |
| 75 | 339523.0708 | 2314061.777 |
| 76 | 339011.3488 | 2313428.541 |
| 77 | 336558.4912 | 2316269.858 |
| 78 | 336820.882 | 2314923.072 |
| 79 | 336559.8458 | 2314987.984 |
| 80 | 338901.5601 | 2314625.403 |
| 81 | 336563.0893 | 2315676.352 |
| 82 | 338079.3698 | 2314985.26 |
| 83 | 339292.1305 | 2313680.431 |
| 84 | 336475.5799 | 2314800.995 |

| Unidad | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| 85 | 337548.8186 | 2313747.397 |
| 86 | 339208.7273 | 2314172.484 |
| 87 | 337302.0184 | 2315796.765 |
| 88 | 336209.8775 | 2315810.226 |
| 89 | 336403.3807 | 2316342.087 |
| 90 | 337831.3015 | 2313839.555 |
| 91 | 335985.7145 | 2315944.681 |
| 92 | 337483.4259 | 2313988.857 |
| 93 | 337229.6809 | 2314718.331 |
| 94 | 338692.6008 | 2313989.096 |
| 95 | 336207.6167 | 2314841.37 |
| 96 | 337419.3463 | 2316691.949 |
| 97 | 337605.6228 | 2316811.133 |
| 98 | 337022.0617 | 2313573.952 |
| 99 | 337571.0852 | 2315539.828 |
| 100 | 335903.4088 | 2314585.818 |
| 101 | 337805.5617 | 2316579.759 |
| 102 | 338326.1284 | 2314053.012 |
| 103 | 337846.422 | 2315632.806 |
| 104 | 338434.1395 | 2314060.707 |
| 105 | 338701.0319 | 2314932.316 |
| 106 | 338864.3663 | 2313422.381 |
| 107 | 337956.4765 | 2315028.126 |
| 108 | 336882.2865 | 2316471.766 |
| 109 | 337390.4566 | 2317138.222 |
| 110 | 337521.9662 | 2317110.899 |
| 111 | 339083.4384 | 2314211.846 |
| 112 | 337553.4848 | 2316268.82 |
| 113 | 336475.4926 | 2316612.194 |
| 114 | 336682.8398 | 2315149.479 |
| 115 | 336496.2191 | 2317203.758 |
| 116 | 337017.8351 | 2317388.227 |
| 117 | 337851.4689 | 2312875.714 |
| 118 | 338329.8012 | 2314145.236 |
| 119 | 339275.1241 | 2314503.126 |

Consulta Pública

***Mapa 24: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del SAR.***

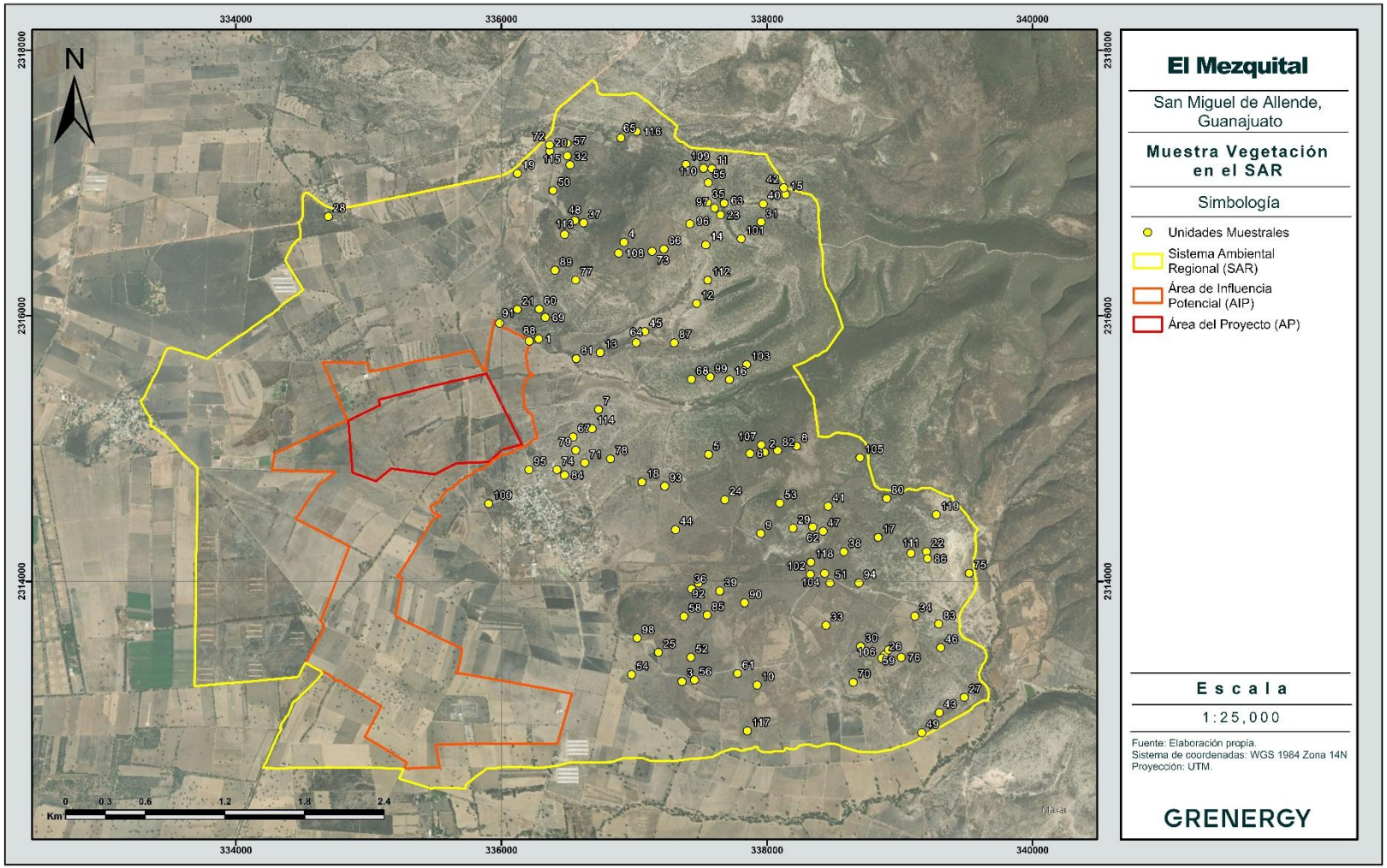


*Tabla 39: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AIP.*

| Unidad | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| 1 | 335938.9654 | 2315568.541 |
| 2 | 334736.3643 | 2314921.89 |
| 3 | 334595.6961 | 2315022.784 |
| 4 | 334636.0287 | 2315052.307 |
| 5 | 336093.3552 | 2315004.72 |
| 6 | 334611.4118 | 2314933.477 |
| 7 | 334509.966 | 2315024.854 |
| 8 | 334536.9486 | 2314925.439 |
| 9 | 335915.0138 | 2315514.603 |
| 10 | 334553.1088 | 2314889.42 |
| 11 | 335663.7091 | 2315523.789 |
| 12 | 335788.2119 | 2314893.117 |
| 13 | 335902.7881 | 2315619.907 |
| 14 | 334474.0386 | 2314953.725 |
| 15 | 336034.9102 | 2314959.272 |
| 16 | 334525.7166 | 2314885.415 |
| 17 | 335857.6152 | 2314859.871 |
| 18 | 334720.8345 | 2314968.967 |
| 19 | 335942.2753 | 2315478.927 |
| 20 | 334837.0316 | 2315011.808 |
| 21 | 335820.1428 | 2315625.363 |
| 22 | 334461.4745 | 2314924.919 |
| 23 | 334601.0289 | 2314991.104 |
| 24 | 335993.5865 | 2315387.961 |
| 25 | 334370.9934 | 2314905.664 |
| 26 | 335387.5444 | 2314815.43 |
| 27 | 335910.6981 | 2315700.623 |
| 28 | 334381.3879 | 2314994.967 |
| 29 | 335448.5105 | 2314802.713 |
| 30 | 334700.0553 | 2314951.05 |
| 31 | 335601.6144 | 2315503.663 |
| 32 | 334387.3191 | 2314952.203 |
| 33 | 334341.2193 | 2314976.468 |
| 34 | 335797.1927 | 2315614.047 |
| 35 | 334592.6613 | 2314909.765 |
| 36 | 335306.3638 | 2314822.546 |
| 37 | 334807.6673 | 2314909.564 |
| 38 | 334567.1086 | 2314942.843 |
| 39 | 335929.3354 | 2315855.976 |
| 40 | 334498.8801 | 2314978.492 |
| 41 | 335970.9389 | 2314934.54 |
| 42 | 334652.44 | 2314953.452 |

| Unidad | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| 43 | 336009.2476 | 2315564.963 |
| 44 | 334774.0809 | 2315018.777 |
| 45 | 334543.7845 | 2315044.423 |
| 46 | 336000.4219 | 2315531.478 |
| 47 | 334799.0971 | 2314993.839 |
| 48 | 336048.6143 | 2315272.073 |
| 49 | 336253.4619 | 2315100.774 |
| 50 | 334624.3922 | 2314971.957 |
| 51 | 336217.8715 | 2315055.674 |
| 52 | 334354.7968 | 2314950.912 |
| 53 | 335607.4413 | 2314857.324 |
| 54 | 336012.1364 | 2315311.154 |
| 55 | 336001.173 | 2314970.018 |
| 56 | 335993.1571 | 2315600.691 |
| 57 | 335718.2113 | 2314888.01 |
| 58 | 334561.31 | 2314915.552 |
| 59 | 334762.3225 | 2314880.232 |
| 60 | 336137.3841 | 2315094.555 |
| 61 | 334819.1845 | 2315049.529 |
| 62 | 335906.0558 | 2315737.185 |
| 63 | 334830.7848 | 2314897.496 |
| 64 | 334862.7825 | 2314831.689 |
| 65 | 335949.3299 | 2315450.123 |
| 66 | 335346.9117 | 2314817.72 |
| 67 | 335867.4041 | 2315562.036 |
| 68 | 334670.6381 | 2314915.507 |
| 69 | 336076.0029 | 2315216.992 |
| 70 | 334298.2759 | 2314918.249 |
| 71 | 334776.4711 | 2314930.622 |
| 72 | 334651.8072 | 2314893.911 |
| 73 | 334409.2729 | 2314909.436 |
| 74 | 334518.6788 | 2314962.924 |
| 75 | 335922.6675 | 2315773.028 |
| 76 | 336108.9936 | 2315128.731 |
| 77 | 335242.4005 | 2314834.029 |
| 78 | 334733.0276 | 2315012.063 |
| 79 | 334860.069 | 2314890.369 |
| 80 | 335855.8052 | 2315607.53 |
| 81 | 335867.0295 | 2314885.381 |
| 82 | 336096.3435 | 2315174.899 |
| 83 | 335889.9341 | 2314875.335 |
| 84 | 336131.7748 | 2315009.184 |

Consulta Pública

| Unidad | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| 85 | 334663.0157 | 2315044.282 |
| 86 | 335897.175 | 2315550.413 |
| 87 | 334622.5851 | 2315016.477 |
| 88 | 334780.5531 | 2314966.979 |
| 89 | 336236.3309 | 2315147.71 |
| 90 | 334689.5905 | 2314983.795 |
| 91 | 334672.6214 | 2315002.908 |

Consulta Pública

***Mapa 14: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AIP.***

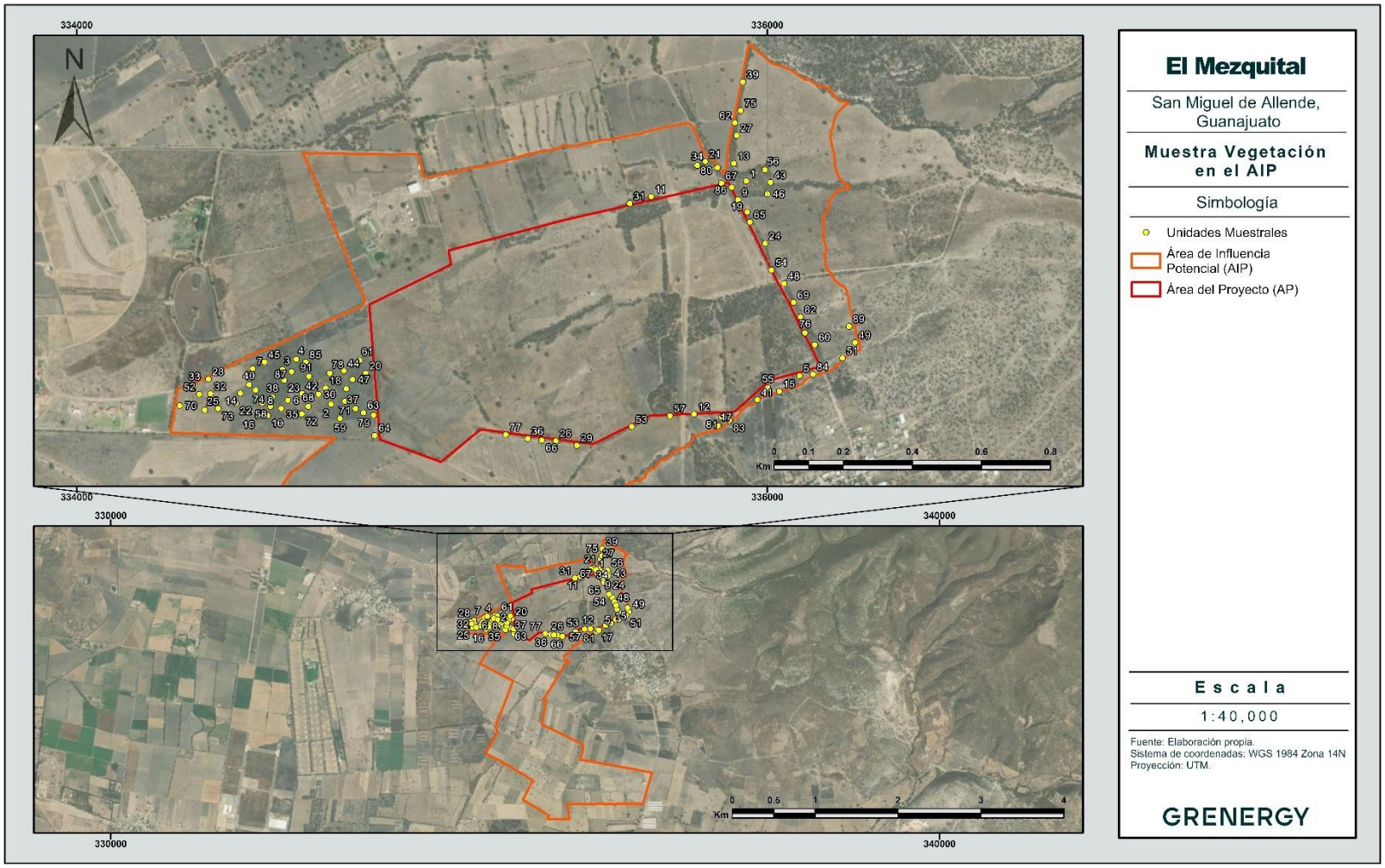


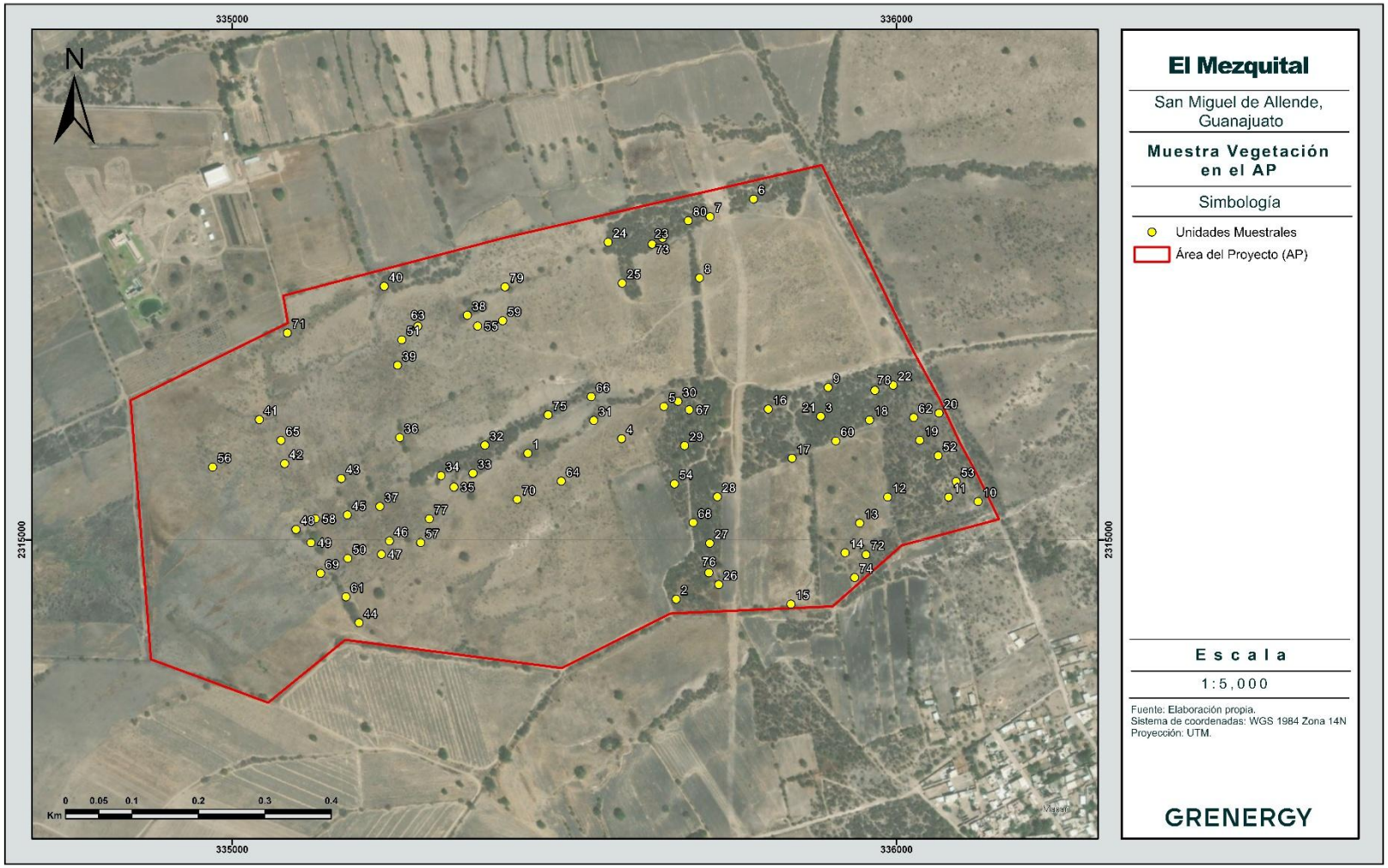
*Tabla 40: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP.*

| Unidad | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| 1 | 335444.93 | 2315130.3 |
| 2 | 335668.24 | 2314910.7 |
| 3 | 335885.97 | 2315186.01 |
| 4 | 335586.17 | 2315152.3 |
| 5 | 335649.99 | 2315200.95 |
| 6 | 335784.65 | 2315513.5 |
| 7 | 335719.345 | 2315486.854 |
| 8 | 335703.39 | 2315394.73 |
| 9 | 335897.21 | 2315229.63 |
| 10 | 336122.79 | 2315057.79 |
| 11 | 336078.44 | 2315064.32 |
| 12 | 335986.7 | 2315064.45 |
| 13 | 335944.5432 | 2315025.245 |
| 14 | 335922.53 | 2314980.49 |
| 15 | 335841.05 | 2314903.35 |
| 16 | 335807 | 2315197 |
| 17 | 335842.72 | 2315122.98 |
| 18 | 335959.4023 | 2315180.573 |
| 19 | 336034.87 | 2315150.1 |
| 20 | 336064 | 2315191 |
| 21 | 335886 | 2315186 |
| 22 | 335995 | 2315233 |
| 23 | 335632.0983 | 2315445.492 |
| 24 | 335565.99 | 2315448.56 |
| 25 | 335587.02 | 2315386.69 |
| 26 | 335732.41 | 2314932.74 |
| 27 | 335719 | 2314995 |
| 28 | 335730.29 | 2315064.96 |
| 29 | 335681 | 2315142 |
| 30 | 335670.9887 | 2315208.642 |
| 31 | 335544.28 | 2315179.85 |
| 32 | 335380.53 | 2315142.61 |
| 33 | 335362.4866 | 2315100.336 |
| 34 | 335314.34 | 2315096.65 |
| 35 | 335333.934 | 2315079.538 |
| 36 | 335252.18 | 2315154.06 |
| 37 | 335222.45 | 2315050.39 |
| 38 | 335354.05 | 2315338.45 |
| 39 | 335249 | 2315263 |
| 40 | 335229 | 2315382 |

| Unidad | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| 41 | 335040.86 | 2315181.16 |
| 42 | 335079 | 2315115 |
| 43 | 335164.34 | 2315092.45 |
| 44 | 335191.0868 | 2314875.057 |
| 45 | 335173.54 | 2315037.59 |
| 46 | 335236.7592 | 2314998.322 |
| 47 | 335224.65 | 2314978.18 |
| 48 | 335096.1684 | 2315015.581 |
| 49 | 335118.68 | 2314995.72 |
| 50 | 335174 | 2314972 |
| 51 | 335255.3015 | 2315301.397 |
| 52 | 336062.6867 | 2315126.864 |
| 53 | 336089.7678 | 2315087.885 |
| 54 | 335665.7079 | 2315084.523 |
| 55 | 335369.3877 | 2315322.109 |
| 56 | 334970.6985 | 2315109.703 |
| 57 | 335283.709 | 2314995.903 |
| 58 | 335125.1621 | 2315031.726 |
| 59 | 335407.0931 | 2315330.114 |
| 60 | 335908.6625 | 2315149.039 |
| 61 | 335171.3292 | 2314914.224 |
| 62 | 336025.9167 | 2315184.397 |
| 63 | 335279.5307 | 2315321.944 |
| 64 | 335495.4242 | 2315088.454 |
| 65 | 335073.6133 | 2315149.793 |
| 66 | 335540.5306 | 2315215.727 |
| 67 | 335688.0131 | 2315195.979 |
| 68 | 335693.8752 | 2315026.086 |
| 69 | 335133.0693 | 2314949.573 |
| 70 | 335429.1136 | 2315060.973 |
| 71 | 335083.041 | 2315311.775 |
| 72 | 335954.0084 | 2314977.828 |
| 73 | 335647.8826 | 2315454.755 |
| 74 | 335936.9919 | 2314943.201 |
| 75 | 335475.5652 | 2315188.38 |
| 76 | 335717.7619 | 2314950.383 |
| 77 | 335296.7757 | 2315031.817 |
| 78 | 335967.3769 | 2315225.205 |
| 79 | 335410.7903 | 2315381.281 |
| 80 | 335686.5992 | 2315480.991 |

Consulta Pública

***Mapa 15: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AP.***



#### *4.4.1.2.4 Curva de acumulación de especies*

Una herramienta que permite visualizar el éxito del tamaño de muestra y permite generar una visión grafica del avance en el registro de datos conforme al esfuerzo de muestreo es la curva de acumulación de especies.

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de registros de especies al inventario se relaciona estrechamente con el esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies acumuladas. Al inicio, se registran sobre todo especies frecuentes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies menos frecuentes, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero acumulaciones (asíntota) corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona analizada (Colwell *et al.* 2004; Colwell & Coddington 1994; Gotelli & Colwell 2001; Soberón-M & Llorente-Bousquets 1993).

Las curvas de acumulación permiten:

1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,
2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y
3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Debido a la enorme potencia de cálculo de los ordenadores actuales y la aplicabilidad de este método tan costoso computacionalmente, el análisis de la curva se realizó por medio del programa estadístico R (R Core Team 2020) por medio de los paquetes BiodiversityR (Kindt & Coe 2005), dismo (Hijmans *et al.* 2020) y R commander (Fox 2005, 2017; Fox & Bouchet-Valat 2020) los cuales fueron programados para estimar el incremento de especies por unidad muestral con 100 permutaciones; es decir, 100 combinaciones diferentes que permiten estimar el promedio y desviación estándar de la incorporación de especies por sitio de muestreo.

##### *4.4.1.2.4.1 Estimación de especies*

Dado que la riqueza de especies ($S$) depende del tamaño del muestreo, se puede esperar que no todas las especies que ocurren dentro del área de estudio (SAR, AIP o AP) sean registradas. Es así que han sido desarrollados diferentes métodos para estimar el número total de especies de un área de estudio. Estos métodos dependen de que los sitios muestrales hayan sido levantados al azar. Es importante conocer que un método pueda ser más preciso en una situación y otro método será mejor para una segunda situación, sin embargo, debido a la ausencia de datos para verificar la precisión de extrapolación, no puede ser determinado el mejor método. Es así que con el fin de generar un panorama lo más completo posible acerca de la riqueza especifica estimada, se recomienda el uso de más de uno de ellos, el mejor enfoque es esperar que la riqueza total correcta se encuentre en algún lugar dentro de los rangos dados por cada método.

Consulta Pública

Para la estimación de riqueza de especies se utilizó el mismo programa y paquetes utilizados para el cálculo de la curva de acumulación de especies. Los resultados expresan el cálculo de las fórmulas de Bootstrap (Efron 1987; Smith & van Belle 1984) y Chao (Chao 1987; Chao & Chiu 2016).

#### *4.4.1.2.4.2 Modelo de predicción*

De acuerdo con Villaseñor y colaboradores (2007), las familias Fabaceae, Poaceae y Asteraceae representan modelos suficientemente confiables para la estimación de la biodiversidad de plantas en México, incluso de manera independiente. En este sentido, los registros de las familias Asteraceae, Fabaceae y Poaceae fueron considerados aquí para el cálculo de permutaciones y estimación de especies.

### *4.4.1.2.5 Trabajo de gabinete*

Con el objetivo de identificar la flora observada y registrada durante el trabajo de campo, se determinó el material fotográfico y vegetal con uso de estereoscopio e información obtenida de trabajos literarios enfocados en la región (Sosa & Gómez-Pompa 1994), así como trabajos monográficos de grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico teniendo preferencia por aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. La nomenclatura e identidad de los taxones determinados fue confirmada a través de las herramientas digitales *Tropicos* (Missouri Botanical Garden n.d.) y *JSTORPlants* (JSTOR n.d.).

Se realizó una revisión y comparación exhaustiva de las especies vegetales registradas en la flora del SAR, AIP y AP con las listadas presentadas en la NOM-059-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2010, 2020), la Lista Roja de Especies Amenazadas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN 2023) y los Apéndices I, II y III de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES 2017) a fin de identificar las especies susceptibles y su categoría de riesgo en ambas superficies.

La NOM-059-SEMARNAT tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, sus categorías se delimitan de la manera siguiente:

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E),
- En peligro de extinción (P),
- Amenazadas (A),
- Sujetas a protección especial (Pr).

Por otro lado, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ha evolucionado para convertirse en la fuente de información más exhaustiva del mundo al respecto del estado de conservación global de especies de animales, hongos y plantas. Las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN constituyen un sistema de fácil comprensión para clasificar especies de alto riesgo de extinción global. Sus categorías se exponen a continuación (IUCN 2012):

- Extinta (EX),

Consulta Pública

- Extinta en estado silvestre (EW),
- En peligro crítico (CR),
- En peligro (EN),
- Vulnerable (VU),
- Casi amenazada (NT),
- Preocupación menor (LC),
- Datos insuficientes (DD),
- No evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías).

Por último, la CITES agrupa las especies en tres anexos según el grado de amenaza debido al comercio internacional (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES 2017), estos se distinguen por lo siguiente:

- Apéndice I: Incluye especies cuyo intercambio con fines comerciales está restringido.
- Apéndice II: Incluye especies cuyo comercio debe controlarse, también incluye especies que necesitan regularse por su similitud con otras. El comercio internacional se permite, pero bajo ciertos requisitos.
- Apéndice III: Incluye especies cuyo comercio internacional se permite, pero se regula en el país de origen de la especie

#### *4.4.1.2.6 Parámetros Cuantitativos*

##### *4.4.1.2.6.1 Índice de valor de importancia (IVI)*

Los parámetros cuantitativos más importantes y usualmente aplicados en una comunidad vegetal muestreada son (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974):

1) Número de individuos o densidad,
2) Frecuencia, el número de veces que una especie registrada aparece en los puntos de muestreo (presencia o ausencia por punto de muestreo), y
3) Cobertura, ya sea del área de la copa, ramas o del área basal.

El índice de valor de importancia ($IVI$) define cuales de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam & Curtis 1956). Este valor se obtiene mediante la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa.

$$Índice\ de\ valor\ de\ importancia = IVI$$
$$= Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Dominancia\ relativa$$

*<u>Densidad</u> (= abundancia)*

Este parámetro se relaciona con el recuento de individuos por unidad de área. El conteo generalmente se realiza en cada unidad de muestreo y sus repeticiones para la superficie total analizada. Posteriormente, se calcula la suma de los individuos por especie para el área total muestreada, y el resultado se expresa en términos de densidad de especies por unidad de área conveniente, como metro cuadrado, acre o hectárea (Curtis & McIntosh 1950; Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

Consulta Pública

$$Densidad = D = \frac{Total\ del\ no.\ de\ individuos\ de\ i\ especie\ registrada = ni}{Total\ del\ área\ examinada}\ x\ 100$$

La densidad también se puede expresar como un valor porcentual. Esto se hace dividiendo el número de individuos de una especie dada por el número total de individuos de todas las especies. Por tanto, el porcentaje de densidad es totalmente independiente del área, al menos en su método de cálculo, y en realidad es un término relativo, mejor conocido como densidad relativa (Cottam & Curtis 1956; Curtis & McIntosh 1950).

$$Densidad\ relativa = \frac{No.\ de\ individuos\ de\ la\ especie\ i = ni}{Total\ del\ no.\ de\ individuos\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

Este último método se realiza también para el conjunto de las especies de todos los estratos y se denomina Abundancia relativa únicamente para diferenciar el valor de los encontrados para cada estrato individual.

*Frecuencia (= balance)*

La frecuencia se relaciona con el número de veces que ocurre una especie en un número determinado de unidades de muestreo colocadas repetidamente. Se expresa como una fracción del total, generalmente en porcentaje. No se trata de un conteo, solo un registro de la presencia de especies. La frecuencia es un parámetro cuantitativo mucho más estable que el conteo de individuos o la medición de la cobertura (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

$$Frecuencia = F = \frac{No.\ de\ unidades\ de\ muestreo\ en\ los\ que\ la\ especie\ i\ aparece}{Total\ de\ no.\ de\ unidades\ de\ muestreo\ examinadas}\ x\ 100$$

Los valores de frecuencia han sido sometidos a una considerable manipulación (Raunkiaer 1934). Entre los conceptos que se han introducido se encuentra la suma porcentual de frecuencia, o frecuencia relativa. Este es el valor de frecuencia de una especie dada dividido por el total de los valores de frecuencia para todas las especies.

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ frecuencia\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

*Cobertura*

Por lo general, la cobertura se define como la proyección vertical del área de la copa o brote de una especie a la superficie del suelo expresada como una fracción o porcentaje de un área de referencia. Esta definición se aplica tanto a los métodos de estimación de cobertura como a la medición. En lugar del área de la copa, la cobertura también puede implicar la proyección del área basal (AB) en la superficie del suelo. El área basal es el contorno del área de una planta cerca de la superficie del suelo. En los árboles, se mide a través del diámetro, generalmente a la altura del pecho (dap), 1,5 m por encima del suelo, mediante la fórmula $\pi r^2$ donde *r* es igual a ½ dap. La cobertura como parámetro de medición ha sido resaltada como de mayor importancia ecológica que la densidad. Esta idea se basa en la observación de que la cobertura proporciona una mejor medida de la biomasa vegetal que el número de individuos.

Consulta Pública

La relación de del área basal de una especie con el gran total de áreas basales de todas las especies expresado en porcentaje es conocida como dominancia relativa.

$$Dominancia\ relativa = \frac{Total\ de\ la\ suma\ de\ áreas\ basales\ de\ la\ especie\ i}{Total\ de\ la\ suma\ de\ áreas\ basales\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

#### *4.4.1.2.6.2 Índices de riqueza especifica*

La riqueza específica es un concepto que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el número total de especies ($S$). No obstante, es prácticamente imposible registrar todas las especies de una comunidad y, como $S$ depende del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre $S$ y el número total de individuos observados o $N$, que se incrementa con el tamaño de la muestra.

*Índice de Margalef*

El índice de Margalef ($D_{Mg}$) es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Sherwin & Fornells 2019). Su fórmula es:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N + 1)}$$

donde:

$S$ = número de especies.

$N$ =número total de individuos.

Los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Magurran 1988).

*Índice de diversidad de Menhinick*

El índice de diversidad de Menhinick ($D_{Mn}$) al igual que el índice de Margalef se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra.

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

#### *4.4.1.2.6.3 Índices de diversidad*

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa

Consulta Pública

que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad)

*Índice de dominancia de Simpson*

El índice de dominancia de Simpson ($D_{Si}$) considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie (Bouza & Covarrubias 2005; Simpson 1949). Su expresión es:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^{S} {p_i}^2$$

donde:

$p_i$ = proporción entre $ni$ y $N$.

$ni$ = número de individuos de la especie $i$.

El índice de dominancia de Simpson muestra resultados entre 0 a 1 en el cual los valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie por sobre las demás; proyectando ecosistemas más homogéneos. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 - $D_{Si}$ (Magurran 1988).

*Índice de Shannon-Weaver*

El índice de Shannon-Weaver ($H'$) tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Shannon & Weaver 1949). Su fórmula es:

$$H' = -\sum p_i . \ln p_i$$

El índice de Shannon-Weaver adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo neperiano de $S$ (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos) (Magurran 1988).

#### *4.4.1.2.6.4 Índice de equitatividad*

Si todas las especies en una muestra muestran la misma abundancia el índice usado para medir la de equitatividad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

*Índice de Pielou*

El índice de Pielou ($J'$) se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Pielou 1975).

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

Consulta Pública

donde:

$H'_{max}$ = logaritmo natural de $S$

Su valor puede variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

#### *4.4.1.2.6.5 Índices de similitud*

Los índices o indicadores de similitud permiten cuantificar las variaciones que ocurren en la estructura de una o varias comunidades, en este caso, permiten generar una comparación de variables entre la comunidad vegetal del AP y la presente en el SAR. Existen dos tipos, los cualitativos, que consideran el número de especies presentes y las especies comunes en ambas comunidades, sin tomar en cuenta la abundancia particular de cada especie (Sørensen-Dice y Jaccard) y los cuantitativos que incluyen esta última variable (Morisita y Horn).

*Índice de Sørensen-Dice*

El índice de Sørensen-Dice ($G$) compara dos comunidades en función del número de especies que posee cada una de ellas y el número de especies comunes entre ellas (Dice 1945; Sørensen 1948). Su fórmula corresponde a la siguiente:

$$G = \frac{2S_{12}}{S_1 + S_2} * 100$$

donde:

$S_1$ = número de especies en el ensamble 1 (AP)

$S_2$ = número de especies en el ensamble 2 (SAR)

$S_{12}$ = número de especies compartidas entre el ensamble 1 y 2

El resultado final se expresa en un porcentaje de similitud.

*Índice de Jaccard*

El índice de Jaccard ($L$) evalúa las mismas variables evaluadas por el índice de Sørensen-Dice (Jaccard 1908). Su fórmula es:

$$L = \frac{S_{12}}{S_1 + S_2 - S_{12}} * 100$$

De igual manera que el índice anterior, el resultado final se expresa en porcentaje de similitud.

*Índice de Morisita*

El índice de Morisita ($I_\sigma$) se basa en el índice de dominancia de Simpson, y se determina mediante la siguiente formula (Morisita 1962):

$$I_\sigma = \frac{2\sum(ni_1\ ni_2)}{(D_{Si1} + D_{Si2})\ N_1\ N_2}$$

Consulta Pública

donde:

$ni_1$ = número de individuos de la especie $i$ en el ensamble 1 (AP).

$ni_2$ = número de individuos de la especie $i$ en el ensamble 2 (SAR).

$D_{Si1}$ = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 1 (AP).

$D_{Si2}$ = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 2 (SAR).

$N_1$ =número total de individuos en el ensamble 1 (AP).

$N_2$ =número total de individuos en el ensamble 2 (SAR).

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando son idénticas.

*Índice de Horn*

El índice de Horn ($Ro$) tiene base en el índice de diversidad de Shannon-Weaver, el procedimiento es laborioso y consiste en las siguientes etapas:

1. Determinar el índice de Shannon-Weaver para cada comunidad ($H'_1$, $H'_2$)
2. Calcular el mismo índice para los datos agrupados como si fueran una misma comunidad ($H'_3$). Este valor disminuye cuando las comunidades son similares y crece cuando son diferentes.
3. Determinar el valor del mismo índice considerando que todas las especies de ambas comunidades son distintas, es decir, como si no existieran especies comunes entre las dos comunidades ($H'_4$).
4. Determinar el índice de Shannon-Weaver promedio ($H'_5$) entre $H'_1$ y $H'_2$, ponderados con sus respectivos $N_1$ y $N_2$ de cada comunidad.

El índice se determina mediante la siguiente relación:

$$Ro = \frac{H'_4 - H'_3}{H'_4 - H'_5}$$

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando más parecidas. Debido al alto esfuerzo de cálculo de este índice, se utilizó el programa PAST (Hammer *et al.* 2001) para encontrar el resultado para cada agrupación analizada.

### 4.4.1.3 Resultados

#### 4.4.1.3.1 Sistema Ambiental Regional (SAR)

##### 4.4.1.3.1.1 Tipos de vegetación SAR

*Clasificación de INEGI serie VII.*

Agricultura de Temporal Anual

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez

Consulta Pública

años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo. Es común encontrar zonas abandonadas con los cultivos mencionados y en donde las especies naturales han restablecido su sucesión.

Bosque de Encino

Comunidades vegetales distribuidas en casi todo el país, especialmente en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Norte de Oaxaca y Planicie Costera del Golfo Sur, con excepción de la Península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van de los 10 a 26 °C y una precipitación media anual que varía de 350 a 2,000 mm.

Se encuentran principalmente en exposición norte y oeste. El tamaño de los árboles varía de los 4 hasta los 30 m de altura y los hay desde bosques abiertos a muy densos. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus*. Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Son árboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

Fase sucesional de recuperación de la vegetación original de Bosque de Encino, donde los individuos dominantes poseen un habito principalmente arbustivo.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural

Fase sucesional de recuperación de la vegetación original de Pastizal Natural, donde los individuos dominantes poseen un habito principalmente arbustivo.

El Pastizal Natural es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etcétera. La extensa zona de pastizales naturales de América del Norte penetra en el territorio mexicano en forma de una angosta cuña que corre a lo largo de la base de la Sierra Madre Occidental desde Sonora y Chihuahua hasta el noreste de Jalisco y zonas vecinas de Guanajuato.

El Pastizal Natural se desarrolla de preferencia en suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea. Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70 cm, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad solo reverdece en la época más húmeda. La cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera el 80 % y frecuentemente es menor de 50%. Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras

Consulta Pública

familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, solo juegan un papel secundario por el disturbio, y a veces forman uno a dos estratos.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia

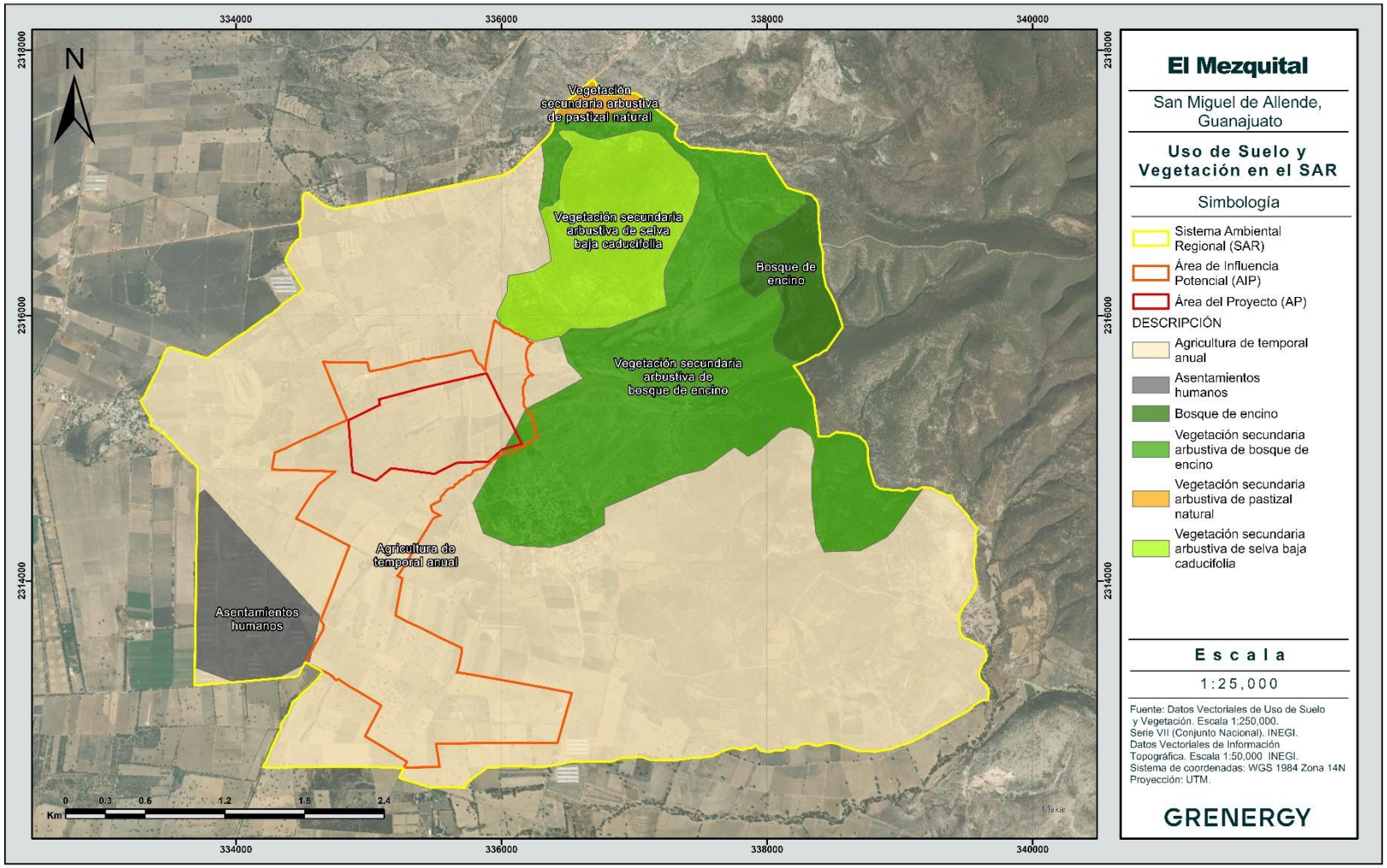
Fase sucesional de recuperación de la vegetación original de Selva Baja Caducifolia, donde los individuos dominantes poseen un habito principalmente arbustivo.

La Selva Baja Caducifolia se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1,500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1,900 m, rara vez hasta 2,000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje.

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

Consulta Pública

*Mapa 16: Distribución de los tipos de vegetación en el SAR de acuerdo con INEGI, serie VII.*



*Vegetación actual*

Asociación de Arvenses

Comunidad de plantas pioneras que colonizan ambientes que sufrieron perturbaciones. Crecen al interior o en la periferia de los predios de cultivo, zonas abandonadas de agricultura, orillas de caminos, zonas de pastoreo, terrenos baldíos y alrededores de asentamientos humanos. Se caracterizan por ser principalmente hierbas, algunas veces arbustos, con una gran capacidad para dispersarse y adapatarse a nuevos ambientes. Las arvenses pertenecen a cientos de familias, siendo las compuestas (Asteraceae), los pastos (Poaceae) y las leguminosas (Fabaceae) las más comunes. Muchas de estas especies también pueden presentarse en vegetación natural, así como ser nativas o introducidas.

Algunas especies características son *Aldama linearis* (Acahual), *Aristida adscensionis* (Pasto), *Cynodon dactylon* (Gallitos), *Chloris barbata* (Pasto con dedos), *C. gayana* (Zacate de Rodas), *C. virgata* (Barbas de indio), *Paspalum humboldtianum* (Pasto de corona del centro), *Salvia reflexa* (Salvia de menta), *S. tiliifolia* (Salvia hoja de tilo), *Simsia amplexicaulis* (Acahual), *Tithonia tubaeformis* (Gigantón), *Verbesina serrata* (Vara blanca), entre otras.

Mezquital–Huizachal

Se trata de una comunidad vegetal secundaria, estable, distribuida manera de parches diseminados a lo largo de la región del Bajío en donde originalmente se encontraba una cubierta de bosque tropical caducifolio. Por lo general las especies dominantes, principalmente de los géneros *Neltuma* y *Vachellia*, son indicadoras de disturbio y en ocasiones son propiamente de asociaciones secundarias. Fisonómicamente, es comunidad arbustiva o un bosquecillo abierto a poco cerrado, de alrededor de 6 m de altura, constituido en su mayoría por plantas caducifolias e incluso especies invasoras de los géneros *Schinus* y *Eucalyptus*.

Agricultura

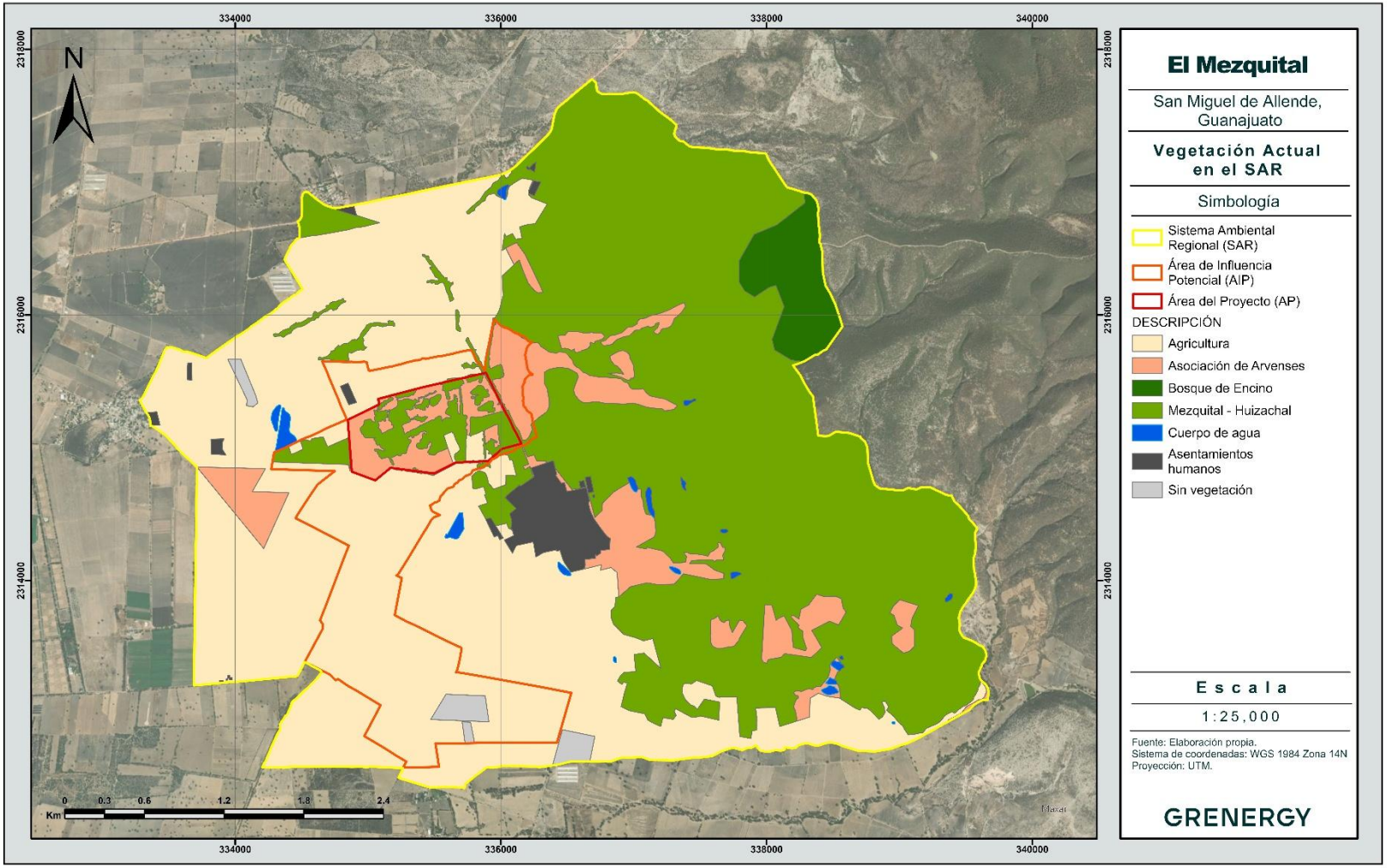
Se trata de un tramado de áreas de agricultura con diferentes tipos de suministros de agua, principalmente de temporal anual, así como distintas temporalidades de producción.

Bosque de Encino

Comunidad formada por plantas del género *Quercus*. Son árboles perennifolios o caducifolios de hasta tres metros de altura. Se encuentra como una transición entre las comunidades de Mezquital-Huizachal y zonas más densas y conservadas de Bosque de Encino.

Consulta Pública

***Mapa 25: Distribución de la vegetación actual en el SAR.***



#### *4.4.1.3.1.2 Flora del SAR*

Se presentan el listado florístico del tipo de vegetación muestreado en el SAR:

***Tabla 41: Listado de especies vegetales registradas para el SAR.***

| Familia | Nombre Científico | Nombre Común | NOM-059 | IUCN | CITES |
|---|---|---|---|---|---|
| Amaranthaceae | *Gomphrena nitida* | Amor seco | - | - | - |
| Amaranthaceae | *Dysphania incisa* | Epazote de monte | - | - | - |
| Amaranthaceae | *Dysphania botrys* | Biengranada | - | - | - |
| Amaranthaceae | *Amaranthus powellii* | Amaranto | - | - | - |
| Amaranthaceae | *Amaranthus hybridus* | Quintonil verde | - | - | - |
| Anacardiaceae | *Schinus molle* | Pirul | - | - | - |
| Apocynaceae | *Mandevilla foliosa* | Hierba de la cucaracha | - | - | - |
| Apocynaceae | *Asclepias linaria* | Pinillo | - | - | - |
| Asparagaceae | *Agave americana* | Maguey blanco | - | LC | - |
| Asteraceae | *Zinnia peruviana* | Gallito de monte | - | - | - |
| Asteraceae | *Zaluzania augusta* | Hierba blanca | - | - | - |
| Asteraceae | *Xanthium orientale* | Bardana | - | - | - |
| Asteraceae | *Verbesina sphaerocephala* | Vara de agua | - | LC | - |
| Asteraceae | *Verbesina serrata* | Vara blanca | - | - | - |
| Asteraceae | *Tithonia tubaeformis* | Gigantón | - | - | - |
| Asteraceae | *Stevia serrata* | Burrillo | - | - | - |
| Asteraceae | *Stevia satureiifolium* | Burrillo | - | - | - |
| Asteraceae | *Simsia amplexicaulis* | Acahual | - | - | - |
| Asteraceae | *Sanvitalia procumbens* | Ojo de gallo | - | - | - |
| Asteraceae | *Sanvitalia angustifolia* | Cartamillo | - | - | - |
| Asteraceae | *Pseudognaphalium luteoalbum* | Gordolobo algodonoso | - | - | - |
| Asteraceae | *Porophyllum linaria* | Chepiche | - | - | - |
| Asteraceae | *Pinaropappus roseus* | Chipule | - | - | - |
| Asteraceae | *Parthenium hysterophorus* | Hierba del golpe | - | - | - |
| Asteraceae | *Gymnosperma glutinosum* | Tatalencho | - | - | - |
| Asteraceae | *Dyssodia pinnata* | Rosilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Dyssodia papposa* | Flamenquilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Cosmos bippinatus* | Girasol morado | - | - | - |
| Asteraceae | *Brickellia veronicifolia* | Estrellita | - | - | - |
| Asteraceae | *Bidens odorata* | Acahual blanco | - | - | - |
| Asteraceae | *Bidens bigelovii* | Aceitilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Baccharis sp.* | Escobilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Aldama linearis* | Acahual | - | - | - |

Consulta Pública

| Familia | Nombre Científico | Nombre Común | NOM-059 | IUCN | CITES |
|---|---|---|---|---|---|
| Asteraceae | *Adenophyllum cancellatum* | Alcanfor | - | - | - |
| Brassicaceae | *Eruca vesicaria* | Rugula | - | - | - |
| Brassicaceae | *Eruca sativa* | Arúgula del Mediterráneo | - | - | - |
| Cactaceae | *Opuntia streptacantha* | Nopal cardón | - | LC | II |
| Cactaceae | *Opuntia robusta* | Nopal camueso | - | LC | II |
| Cactaceae | *Opuntia lasiacantha* | Nopal de cerro | - | LC | II |
| Cactaceae | *Opuntia hyptiacantha* | Nopal cascarón | - | LC | II |
| Cactaceae | *Cylindropuntia imbricata* | Cholla | - | LC | II |
| Commelinaceae | *Tradescantia sillamontana* | Barquito | - | - | - |
| Convolvulaceae | *Ipomoea pubecens* | Trompillo | - | - | - |
| Convolvulaceae | *Dichondra argentea* | Hierba Oreja de Ratón | - | - | - |
| Cucurbitaceae | *Cyclanthera dissecta* | Chayotillo | - | - | - |
| Euphorbiaceae | *Jatropha dioica* | Sangre de drago | - | LC | - |
| Euphorbiaceae | *Euphorbia nocens* | Leche María | - | - | II |
| Euphorbiaceae | *Euphorbia milii* | Corona de Cristo | - | - | II |
| Euphorbiaceae | *Euphorbia davidii* | Lechetrezna | - | - | - |
| Fabaceae | *Vachellia schaffneri* | Huizache prieto | - | LC | - |
| Fabaceae | *Vachellia farnesiana* | Huizache | - | LC | - |
| Fabaceae | *Neltuma laevigata* | Mezquite | - | LC | - |
| Fabaceae | *Eysenhardtia polystachya* | Palo azul | - | LC | - |
| Fabaceae | *Dalea prostrata* | Escobilla | - | - | - |
| Fabaceae | *Dalea foliolosa* | Almaraduz | - | - | - |
| Fabaceae | *Dalea bicolor* | Engordacabra | - | LC | - |
| Fabaceae | *Crotalaria pumila* | Chipil | - | - | - |
| Fabaceae | *Bothriochloa laguroides* | Popotillo | - | - | - |
| Fagaceae | *Quercus grisea.* | Encino gris | - | LC | - |
| Lamiaceae | *Salvia tiliifolia* | Salvia hoja de tilo | - | - | - |
| Lamiaceae | *Salvia reflexa* | Salvia de menta | - | - | - |
| Loasaceae | *Mentzelia hispida* | Zazálic | - | - | - |
| Lythraceae | *Cuphea aequipetala* | Hierba del cáncer | - | - | - |
| Malvaceae | *Sphaeralcea angustifolia* | Cordón | - | - | - |
| Martyniaceae | *Proboscidea louisianica* | Toritos | - | - | - |
| Myrtaceae | *Eucalyptus camaldulensis* | Eucalipto rojo | - | - | - |
| Nyctaginaceae | *Mirabilis viscosa* | Maravillita | - | - | - |
| Papaveraceae | *Argemone ochroleuca* | Cardo santo | - | - | - |
| Poaceae | *Zea maiz* | Maíz | - | LC | - |
| Poaceae | *Triticum aestivum* | Trigo | - | - | - |

Consulta Pública

| Familia | Nombre Científico | Nombre Común | NOM-059 | IUCN | CITES |
|---|---|---|---|---|---|
| Poaceae | *Tridens flavus* | Hierba morada | - | - | - |
| Poaceae | *Setaria macrostachya* | Pajita tempranera | - | - | - |
| Poaceae | *Setaria adhaerens* | Cadillo | - | - | - |
| Poaceae | *Paspalum humboldtianum* | Pasto de corona del centro | - | - | - |
| Poaceae | *Melinis repens* | Pasto africano rosado | - | - | - |
| Poaceae | *Eragrostis mexicana* | Zacate de agua | - | - | - |
| Poaceae | *Eragrostis intermedia* | Zacate llanero | - | - | - |
| Poaceae | *Cynodon dactylon* | Gallitos | - | - | - |
| Poaceae | *Chloris virgata* | Barbas de indio | - | - | - |
| Poaceae | *Chloris gayana* | Zacate de Rodas | - | - | - |
| Poaceae | *Chloris barbata* | Pasto con dedos | - | - | - |
| Poaceae | *Cenchrus longisetus* | Zacate africano plumoso | - | - | - |
| Poaceae | *Bouteloua uniflora* | Grama | - | - | - |
| Poaceae | *Bouteloua barbata* | Navajita | - | - | - |
| Poaceae | *Avena longiglumis* | Avena | - | - | - |
| Poaceae | *Aristida longespica* | Espiga tres puntas | - | - | - |
| Poaceae | *Aristida bipartita* | Tres barbas | - | - | - |
| Poaceae | *Aristida adscensionis* | Pasto | - | - | - |
| Primulaceae | *Lysimachia arvensis* | Jabonera europea | - | - | - |
| Scrophulariaceae | *Buddleja sessiliflora* | Hierba de Tepozan | - | LC | - |
| Solanaceae | *Physalis sp.* | Tomate | - | - | - |
| Solanaceae | *Physalis solanacea* | Tomate | - | LC | - |
| Verbenaceae | *Glandularia bipinnatifida* | Alfombrilla de campo | - | - | - |

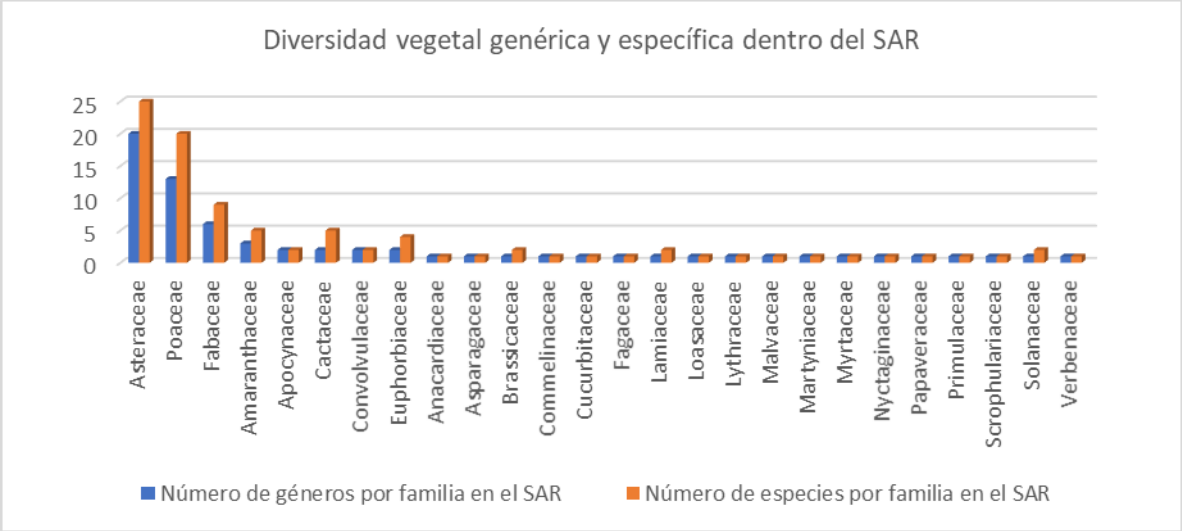
Consulta Pública

La flora registrada en muestra suma un total de 93 especies de plantas vasculares pertenecientes a 68 géneros repartidos en 26 familias taxonómicas. Entre las familias registradas destacan Asteraceae con 25 especies en 20 géneros, Poaceae con 20 especies en 13 géneros, Fabaceae con 9 especies en 6 géneros y Amaranthaceae con 5 especies en 3 géneros.

De las especies registradas, *Agave americana* (Maguey blanco), *Verbesina sphaerocephala* (Vara de agua), *Opuntia streptacantha* (Nopal cardón), *O. robusta* (Nopal camueso), *O. lasiacantha* (Nopal de cerro), *O. hyptiacantha* (Nopal cascarón), *Cylindropuntia imbricata* (Choya), *Jatropha dioica* (Sangre de drago), *Vachellia schaffneri* (Huizache prieto), *Vachellia farnesiana* (Huizache), *Neltuma laevigata* (Mezquite), *Quercus grisea* (Encino gris), *Eysenhardtia polystachya* (Palo azul), *Dalea bicolor* (Engordacabra), *Zea maiz* (Maíz), *Buddleja sessiliflora* (Hierba de Tepozan) y *Physalis solanacea* (Tomate) se encuentran enlistadas dentro de la IUCN como especies de preocupación menor.

Además, *Euphorbia nocens* (Leche María), *Euphorbia milii* (Corona de Cristo) y todas las especies de *Opuntia* mencionadas anteriormente se incluyen dentro del Anexo II de la CITES para el control de su comercio internacional. No fue encontrada ninguna especie bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En total se registraron 19 especies con estatus de protección nacional y/o internacional dentro del SAR.

***Figura 17: Gráfica comparativa de la diversidad vegetal genérica y especifica muestreada en el SAR.***




Consulta

#### 4.4.1.3.1.3 Curva de acumulación de especies SAR

***Figura 18: Curva de acumulación de especies arbóreas del SAR.***

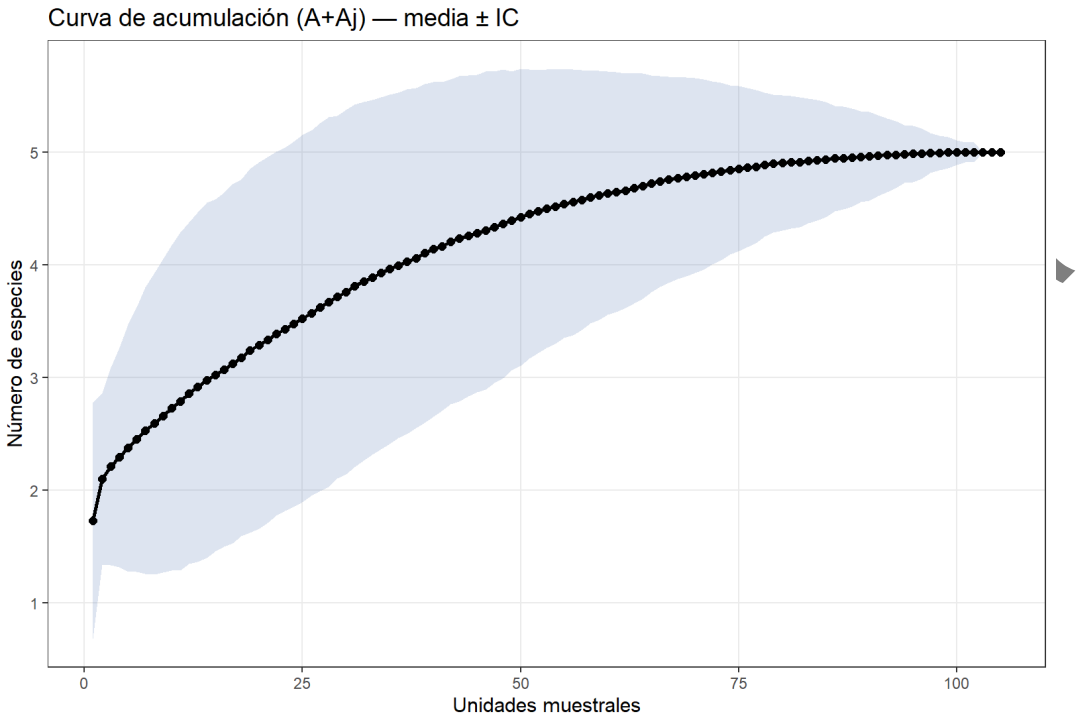



***Figura 19: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas del SAR.***

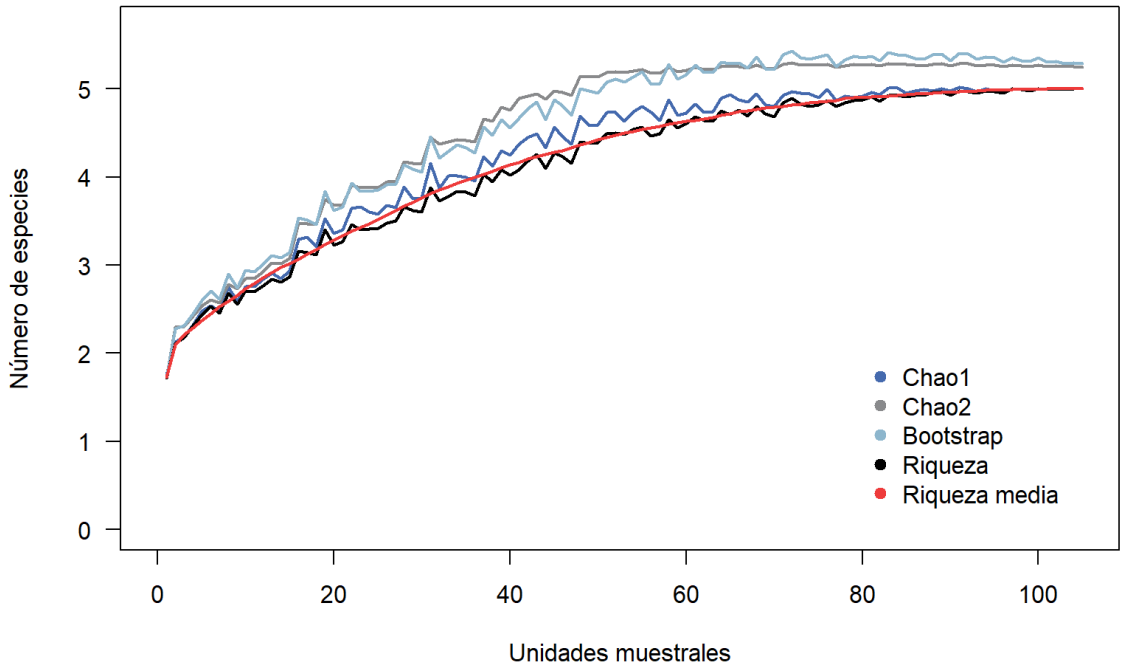


***Tabla 42: Estimación de especies arbóreas en el SAR.***

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Arbóreas** | 5 | 5 | 5.24 | 5.28 |

El trazo de la curva para el estrato arbóreo del SAR registró un descenso de aumento de especies inferior a una especie a partir de la segunda unidad muestral, reflejando una probabilidad muy baja para aumentar la riqueza en las unidades posteriores. Esto debido a la baja diversidad de árboles encontrada. Los estimadores de Chao y Bootstrap calculan una riqueza del estrato de 5 especies, lo que representa un porcentaje de registros de especies del 100% de la flora arbórea del SAR.

***Figura 20: Curva de acumulación de especies arbustivas del SAR.***

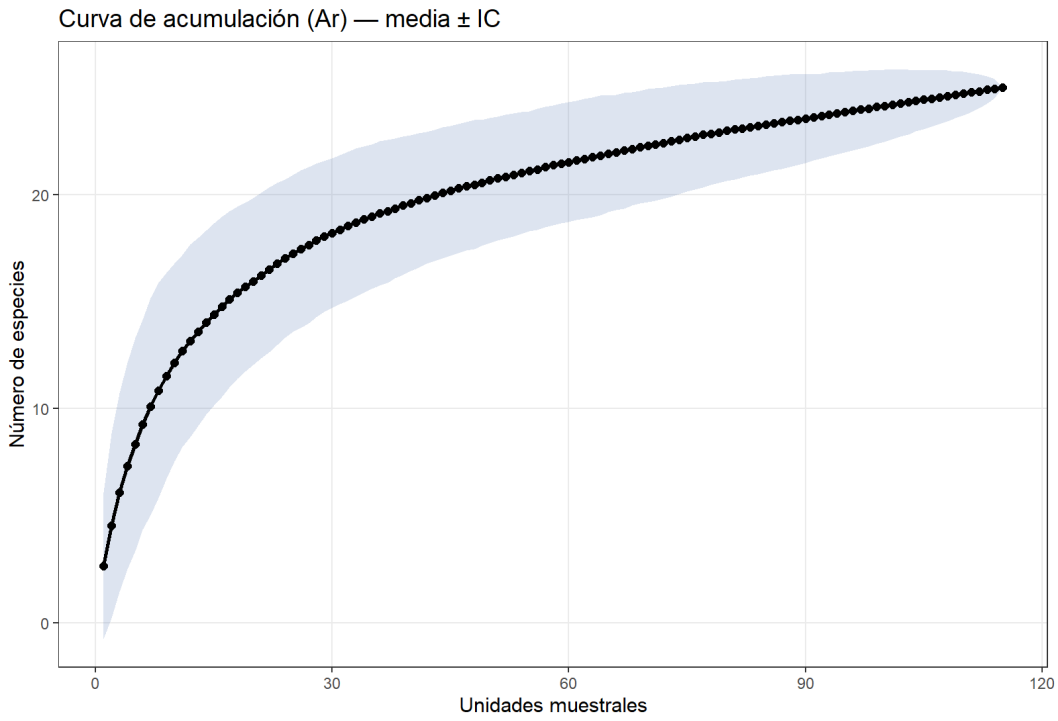


*Figura 21. Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas del SAR*

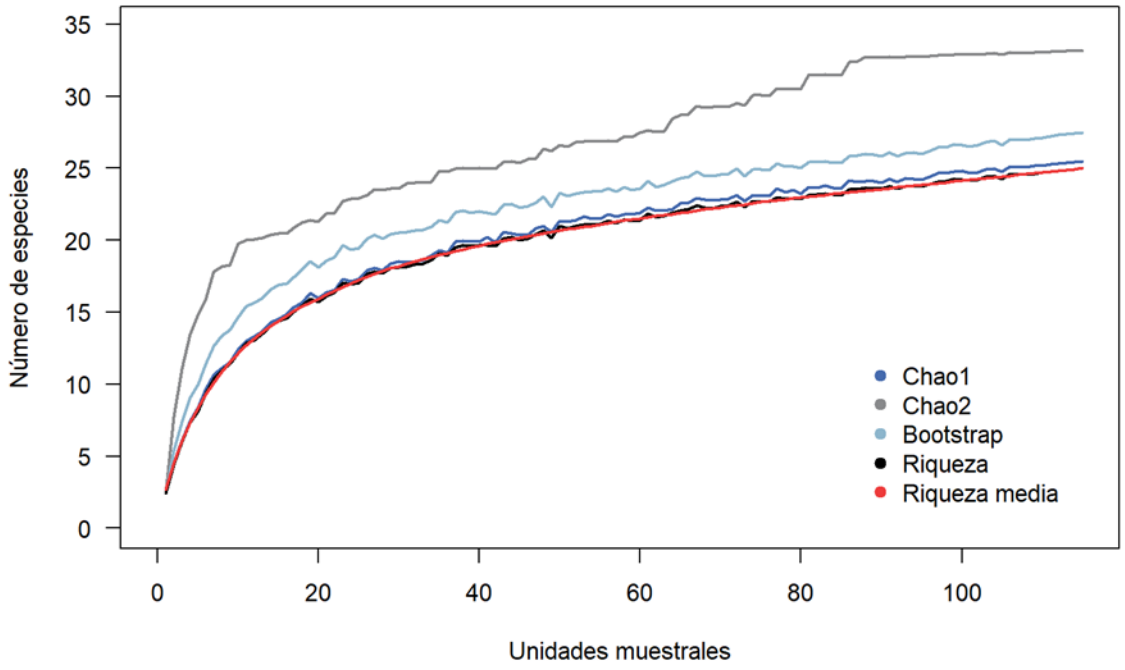



*Tabla 43. Estimación de especies arbustivas en el SAR.*

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Arbustivas** | 25 | 25.5 | 33.17 | 27.49 |

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número seis y una probabilidad de aumento de registros del 5% para la unidad número 119. Por otra parte, los estimadores Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en muestra oscila entre el 75 y 96% de los arbustos que habitan dentro del SAR.

Consulta

***Figura 22: Curva de acumulación de especies herbáceas del SAR.***

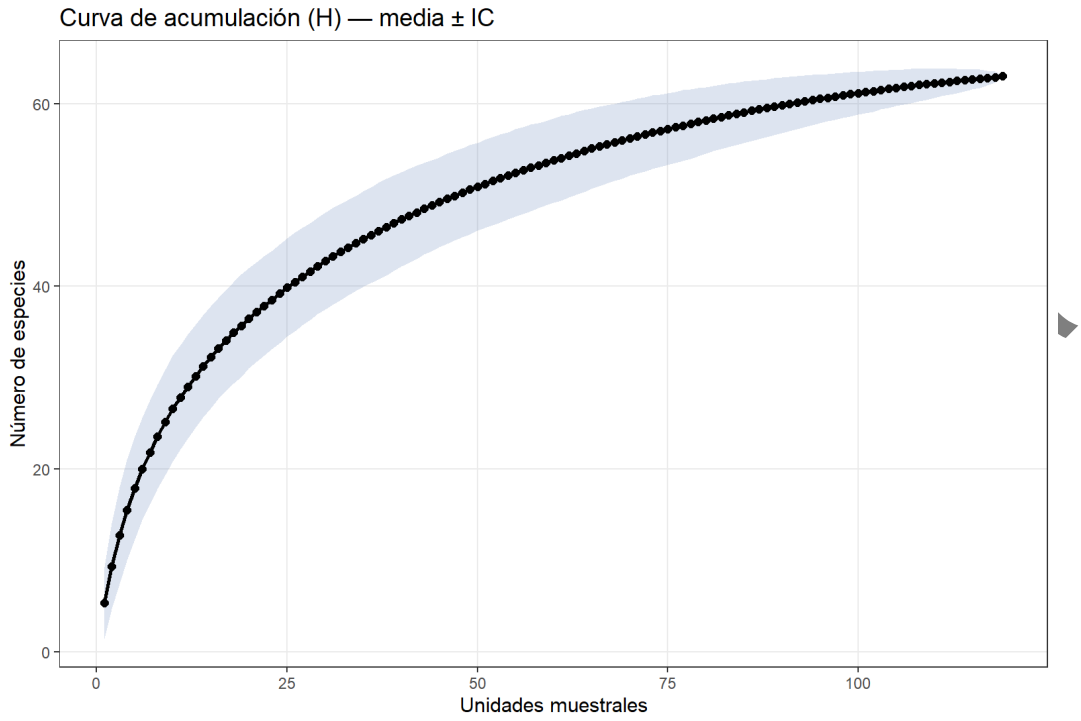



***Figura 23: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas del SAR.***

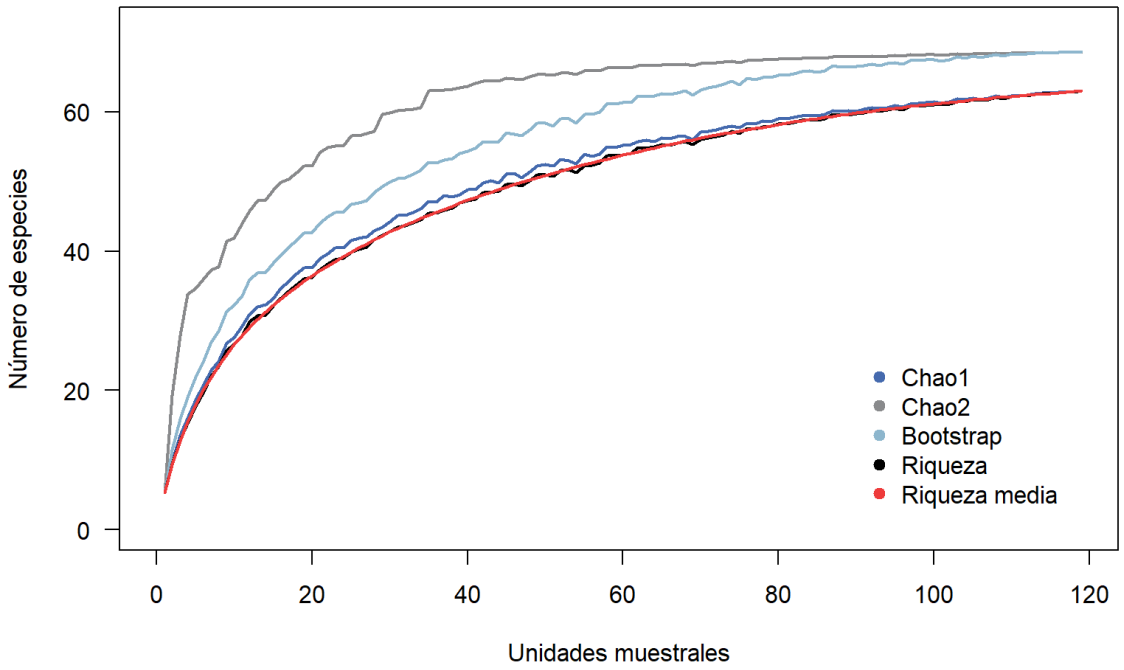



***Tabla 44: Estimación de especies herbáceas en el SAR.***

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Herbáceas** | 63 | 63 | 63.57 | 68.71 |

Para el estrato herbáceo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número 16 y una probabilidad de aumento de registros del 9% para la unidad número 119. Por otra parte, los estimadores Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en muestra oscila entre el 91% y la totalidad de las especies herbáceas que se distribuyen dentro del SAR.

***Figura 24: Curva de acumulación de especies cactáceas del SAR.***

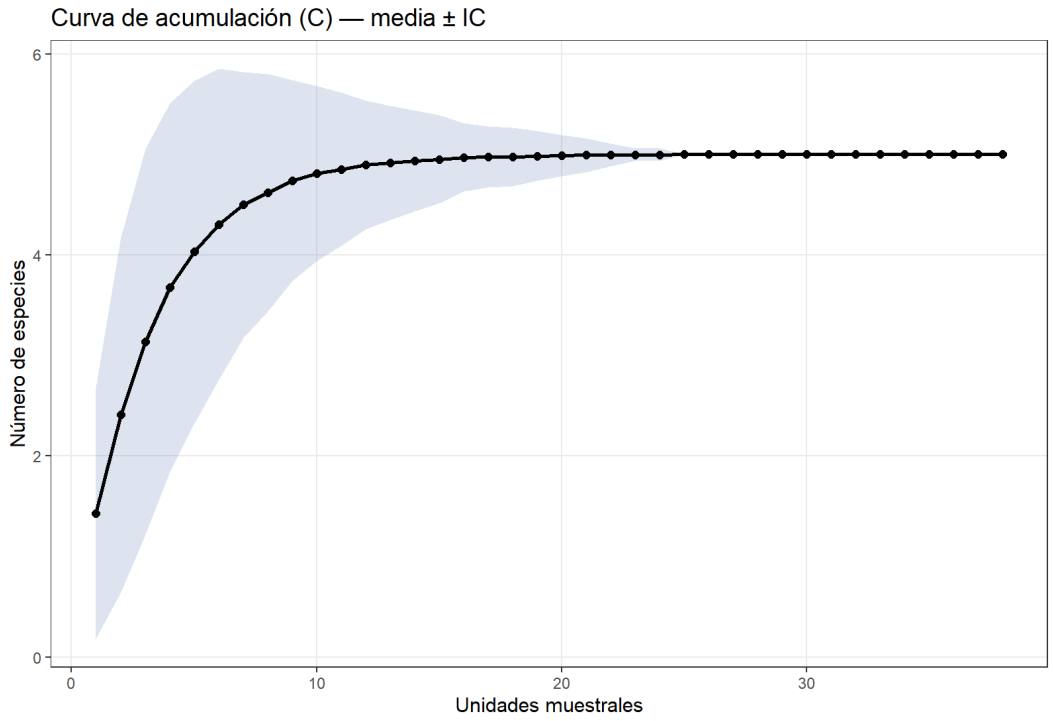


*Figura 25: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies cactáceas del SAR.*

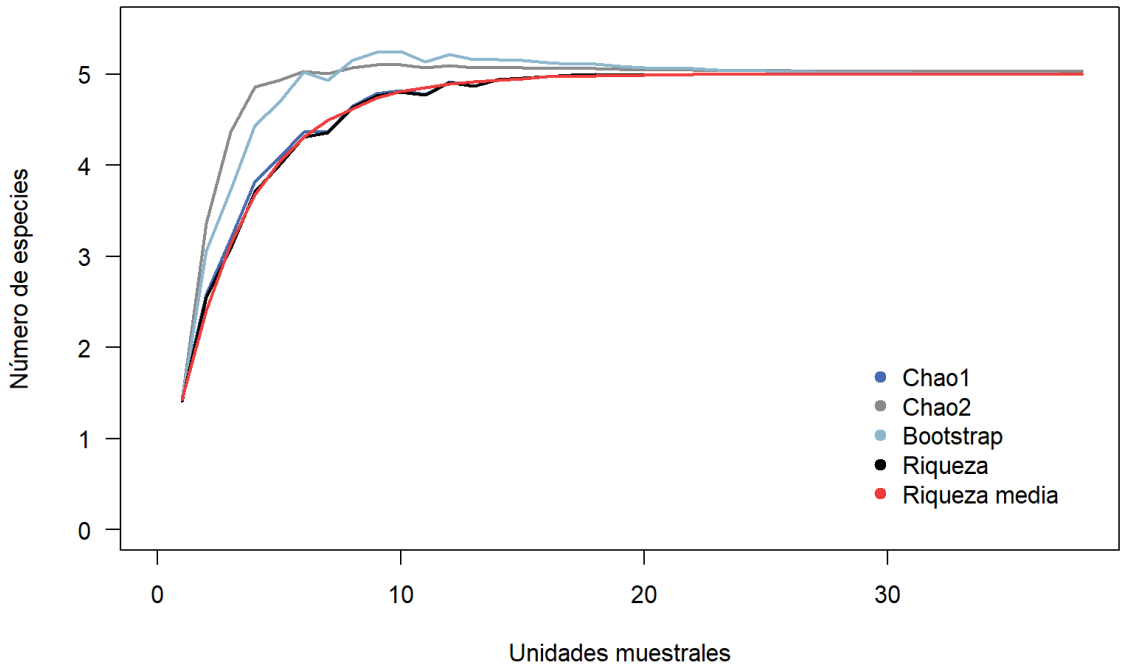



*Tabla 45: Estimación de especies cactáceas en el SAR.*

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Cactáceas** | 5 | 5 | 5.02 | 5 |

Las cactáceas proyectan un descenso de registro inferior a una especie a partir de la unidad muestral número tres, con una probabilidad de aumento de registros del 0% a partir de la unidad número 26. Las estimaciones de Chao y Bootstrap sugieren que la riqueza de especies de cactáceas en el SAR fue documentada en su totalidad.

Consulta

#### *4.4.1.3.1.4 Parámetros cuantitativos SAR*

*Índice de Valor de Importancia*

- Arbóreas

***Tabla 46: Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo en el SAR.***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | AB | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Eucalyptus camaldulensis* | Eucalipto rojo | 8 | 0.01 | 4 | 3.36 | 0.37 | 0.36 | 2.19 | 15.68 | 18.22 |
| 2 | *Neltuma laevigata* | Mezquite | 978 | 1.64 | 92 | 77.31 | 1.66 | 43.96 | **50.27** | **71.09** | **165.32** |
| 3 | *Quercus grisea.* | Encino gris | 2 | 0.00 | 2 | 1.68 | 0.00 | 0.09 | 1.09 | 0.06 | 1.24 |
| 4 | *Schinus molle* | Pirul | 4 | 0.01 | 2 | 1.68 | 0.07 | 0.18 | 1.09 | 2.90 | 4.17 |
| 5 | *Vachellia schaffneri* | Huizache prieto | 1233 | 2.07 | 83 | 69.75 | 0.24 | **55.42** | 45.36 | 10.29 | 111.06 |
| **Total** | | | **2225** | **3.74** | **183** | **153.78** | **2.33** | **100** | **100** | **100** | **300** |

El estrato arbóreo del SAR registró la presencia de cinco especies leñosas, de ellas, *Neltuma laevigata* (Mezquite) presenta el valor más alto dentro del cálculo del índice, encontrando en esta especie la mayor área basal acumulada. No obstante, *Vachellia schaffneri* (Huizache Prieto) es la especie con la cifra más alta en cuanto a la suma de individuos contabilizados dentro del SAR.

- Arbustivas

***Tabla 47: Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo en el SAR.***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Agave americana* | Maguey blanco | 85 | 0.36 | 14 | 11.76 | 276.88 | 0.73 | 4.29 | 5.93 | 10.96 |
| 2 | *Aldama linearis* | Acahual | 574 | 2.41 | 26 | 21.85 | 534.82 | 4.95 | 7.98 | 11.45 | 24.38 |
| 3 | *Asclepias linaria* | Pinillo | 3 | 0.01 | 2 | 1.68 | 8.62 | 0.03 | 0.61 | 0.18 | 0.82 |
| 4 | *Baccharis sp.* | Escobilla | 27 | 0.11 | 5 | 4.20 | 15.00 | 0.23 | 1.53 | 0.32 | 2.09 |
| 5 | *Brickellia veronicifolia* | Estrellita | 1 | 0.004 | 1 | 0.84 | 0.64 | 0.01 | 0.31 | 0.01 | 0.33 |
| 6 | *Cynodon dactylon* | Gallitos | 25 | 0.11 | 1 | 0.84 | 0.25 | 0.22 | 0.31 | 0.01 | 0.53 |
| 7 | *Dalea bicolor* | Engordacabra | 66 | 0.28 | 7 | 5.88 | 4.09 | 0.57 | 2.15 | 0.09 | 2.80 |
| 8 | *Dysphania incisa* | Epazote de monte | 6 | 0.03 | 1 | 0.84 | 7.20 | 0.05 | 0.31 | 0.15 | 0.51 |
| 9 | *Euphorbia milii* | Corona de Cristo | 1 | 0.00 | 1 | 0.84 | 0.96 | 0.01 | 0.31 | 0.02 | 0.34 |
| 10 | *Eysenhardtia polystachya* | Palo azul | 28 | 0.12 | 8 | 6.72 | 110.13 | 0.24 | 2.45 | 2.36 | 5.05 |
| 11 | *Gymnosperma glutinosum* | Tatalencho | 20 | 0.08 | 2 | 1.68 | 33.90 | 0.17 | 0.61 | 0.73 | 1.51 |
| 12 | *Jatropha dioica* | Sangre de drago | 61 | 0.26 | 4 | 3.36 | 9.03 | 0.53 | 1.23 | 0.19 | 1.95 |
| 13 | *Mandevilla foliosa* | Hierba de la cucaracha | 2 | 0.01 | 1 | 0.84 | 7.20 | 0.02 | 0.31 | 0.15 | 0.48 |
| 14 | *Mentzelia hispida* | Zazálic | 17 | 0.07 | 5 | 4.20 | 7.76 | 0.15 | 1.53 | 0.17 | 1.85 |
| 15 | *Salvia reflexa* | Salvia de menta | 749 | 3.15 | 27 | 22.69 | 160.29 | 6.46 | 8.28 | 3.43 | 18.17 |
| 16 | *Salvia tiliifolia* | Salvia hoja de tilo | 552 | 2.32 | 35 | 29.41 | 383.10 | 4.76 | 10.74 | 8.20 | 23.70 |
| 17 | *Simsia amplexicaulis* | Acahual | 906 | 3.81 | 18 | 15.13 | 267.20 | 7.81 | 5.52 | 5.72 | 19.05 |
| 18 | *Stevia satureiifolium* | Burrillo | 45 | 0.19 | 1 | 0.84 | 3.38 | 0.39 | 0.31 | 0.07 | 0.77 |
| 19 | *Tithonia tubaeformis* | Gigantón | 7120 | 29.92 | 87 | 73.11 | 914.43 | **61.38** | **26.69** | 19.58 | **107.65** |
| 20 | *Vachellia farnesiana* | Huizache | 191 | 0.80 | 18 | 15.13 | 392.62 | 1.65 | 5.52 | 8.41 | 15.58 |
| 21 | *Verbesina serrata* | Vara blanca | 658 | 2.76 | 17 | 14.29 | 1013.84 | 5.67 | 5.21 | **21.71** | 32.60 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | *Verbesina sphaerocephala* | Vara de agua | 181 | 0.76 | 10 | 8.40 | 300.16 | 1.56 | 3.07 | 6.43 | 11.06 |
| 23 | *Zaluzania augusta* | Hierba blanca | 82 | 0.34 | 6 | 5.04 | 144.78 | 0.71 | 1.84 | 3.10 | 5.65 |
| 24 | *Zinnia peruviana* | Gallito de monte | 200 | 0.84 | 29 | 24.37 | 72.95 | 1.72 | 8.90 | 1.56 | 12.18 |
| **Total** | | | **11600** | **48.74** | **326** | **273.95** | **4669** | **100** | **100** | **100** | **300** |

En cuanto al estrato arbustivo, este registró en muestra 24 especies con el hábito. De ellas, *Tithonia tubaeformis* (GIgantón) muestra el valor más alto dentro del índice en razón de una mayor contabilización de individuos y frecuencia de apariciones por unidad muestreada. Por otro lado, *Verbesina serrata* (Vara blanca) es la especie con mayor superficie de cobertura sumada, siendo la segunda con mayor valor para el índice.

- Herbáceas

***Tabla 48: Índice de Valor de Importancia del estrato de herbáceas en el SAR.***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Adenophyllum cancellatum* | Alcanfor | 257 | 215.97 | 26 | 21.85 | 335.26 | 2.40 | 3.95 | **52.53** | **58.88** |
| 2 | *Amaranthus hybridus* | Quintonil verde | 4 | 3.36 | 2 | 1.68 | 0.13 | 0.04 | 0.30 | 0.02 | 0.36 |
| 3 | *Amaranthus powellii* | Amaranto | 36 | 30.25 | 5 | 4.20 | 0.25 | 0.34 | 0.76 | 0.04 | 1.14 |
| 4 | *Argemone ochroleuca* | Cardo santo | 5 | 4.20 | 2 | 1.68 | 0.23 | 0.05 | 0.30 | 0.04 | 0.39 |
| 5 | *Aristida adscensionis* | Pasto | 1471 | 1236.13 | 46 | 38.66 | 4.38 | 13.73 | 6.99 | 0.69 | 21.41 |
| 6 | *Aristida bipartita* | Tres barbas | 63 | 52.94 | 3 | 2.52 | 0.38 | 0.59 | 0.46 | 0.06 | 1.10 |
| 7 | *Aristida longespica* | Espiga tres puntas | 8 | 6.72 | 1 | 0.84 | 0.01 | 0.07 | 0.15 | 0.00 | 0.23 |
| 8 | *Avena longiglumis* | Avena | 73 | 61.34 | 2 | 1.68 | 0.36 | 0.68 | 0.30 | 0.06 | 1.04 |
| 9 | *Bidens bigelovii* | Aceitilla | 58 | 48.74 | 13 | 10.92 | 1.35 | 0.54 | 1.98 | 0.21 | 2.73 |
| 10 | *Bidens odorata* | Acahual blanco | 19 | 15.97 | 3 | 2.52 | 1.54 | 0.18 | 0.46 | 0.24 | 0.87 |
| 11 | *Bothriochloa laguroides* | Popotillo | 30 | 25.21 | 2 | 1.68 | 0.19 | 0.28 | 0.30 | 0.03 | 0.61 |
| 12 | *Bouteloua barbata* | Navajita | 105 | 88.24 | 3 | 2.52 | 0.14 | 0.98 | 0.46 | 0.02 | 1.46 |
| 13 | *Bouteloua uniflora* | Grama | 50 | 42.02 | 4 | 3.36 | 0.07 | 0.47 | 0.61 | 0.01 | 1.08 |
| 14 | *Buddleja sessiliflora* | Hierba de Tepozan | 77 | 64.71 | 15 | 12.61 | 6.47 | 0.72 | 2.28 | 1.01 | 4.01 |
| 15 | *Cenchrus longisetus* | Zacate africano plumoso | 49 | 41.18 | 3 | 2.52 | 0.16 | 0.46 | 0.46 | 0.03 | 0.94 |
| 16 | *Chloris barbata* | Pasto con dedos | 621 | 521.85 | 13 | 10.92 | 1.66 | 5.80 | 1.98 | 0.26 | 8.03 |
| 17 | *Chloris gayana* | Zacate de Rodas | 500 | 420.17 | 11 | 9.24 | 1.25 | 4.67 | 1.67 | 0.20 | 6.53 |
| 18 | *Chloris virgata* | Barbas de indio | 3141 | 2639.50 | 84 | 70.59 | 3.48 | **29.31** | **12.77** | 0.54 | 42.62 |
| 19 | *Cosmos bippinatus* | Girasol morado | 108 | 90.76 | 14 | 11.76 | 4.12 | 1.01 | 2.13 | 0.65 | 3.78 |
| 20 | *Crotalaria pumila* | Chipil | 12 | 10.08 | 3 | 2.52 | 0.10 | 0.11 | 0.46 | 0.02 | 0.58 |
| 21 | *Cuphea aequipetala* | Hierba del cáncer | 65 | 54.62 | 8 | 6.72 | 0.50 | 0.61 | 1.22 | 0.08 | 1.90 |
| 22 | *Cyclanthera dissecta* | Chayotillo | 4 | 3.36 | 3 | 2.52 | 0.02 | 0.04 | 0.46 | 0.00 | 0.50 |
| 23 | *Cynodon dactylon* | Gallitos | 939 | 789.08 | 29 | 24.37 | 5.07 | 8.76 | 4.41 | 0.79 | 13.96 |
| 24 | *Dalea foliolosa* | Almaraduz | 185 | 155.46 | 43 | 36.13 | 4.11 | 1.73 | 6.53 | 0.64 | 8.91 |
| 25 | *Dalea prostrata* | Escobilla | 6 | 5.04 | 2 | 1.68 | 0.18 | 0.06 | 0.30 | 0.03 | 0.39 |
| 26 | *Dichondra argentea* | Hierba Oreja de Ratón | 1 | 0.84 | 1 | 0.84 | 0.00 | 0.01 | 0.15 | 0.00 | 0.16 |
| 27 | *Dysphania botrys* | Biengranada | 5 | 4.20 | 1 | 0.84 | 0.20 | 0.05 | 0.15 | 0.03 | 0.23 |
| 28 | *Dyssodia papposa* | Flamenquilla | 155 | 130.25 | 32 | 26.89 | 12.57 | 1.45 | 4.86 | 1.97 | 8.28 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | *Dyssodia pinnata* | Rosilla | 59 | 49.58 | 11 | 9.24 | 10.50 | 0.55 | 1.67 | 1.65 | 3.87 |
| 30 | *Eragrostis intermedia* | Zacate llanero | 15 | 12.61 | 1 | 0.84 | 0.15 | 0.14 | 0.15 | 0.02 | 0.32 |
| 31 | *Eragrostis mexicana* | Zacate de agua | 247 | 207.56 | 14 | 11.76 | 1.37 | 2.31 | 2.13 | 0.21 | 4.65 |
| 32 | *Eruca sativa* | Arúgula del Mediterráneo | 230 | 193.28 | 31 | 26.05 | 5.88 | 2.15 | 4.71 | 0.92 | 7.78 |
| 33 | *Eruca vesicaria* | Rugula | 72 | 60.50 | 6 | 5.04 | 5.91 | 0.67 | 0.91 | 0.93 | 2.51 |
| 34 | *Euphorbia davidii* | Lechetrezna | 81 | 68.07 | 25 | 21.01 | 0.77 | 0.76 | 3.80 | 0.12 | 4.68 |
| 35 | *Euphorbia nocens* | Leche María | 91 | 76.47 | 16 | 13.45 | 1.69 | 0.85 | 2.43 | 0.27 | 3.55 |
| 36 | *Glandularia bipinnatifida* | Alfombrilla de campo | 4 | 3.36 | 2 | 1.68 | 0.10 | 0.04 | 0.30 | 0.01 | 0.36 |
| 37 | *Gomphrena nitida* | Amor seco | 74 | 62.18 | 7 | 5.88 | 0.97 | 0.69 | 1.06 | 0.15 | 1.91 |
| 38 | *Ipomoea pubecens* | Trompillo | 92 | 77.31 | 21 | 17.65 | 0.46 | 0.86 | 3.19 | 0.07 | 4.12 |
| 39 | *Lysimachia arvensis* | Jabonera europea | 8 | 6.72 | 3 | 2.52 | 0.09 | 0.07 | 0.46 | 0.01 | 0.55 |
| 40 | *Melinis repens* | Pasto africano rosado | 20 | 16.81 | 3 | 2.52 | 0.33 | 0.19 | 0.46 | 0.05 | 0.69 |
| 41 | *Mirabilis viscosa* | Maravillita | 25 | 21.01 | 5 | 4.20 | 1.29 | 0.23 | 0.76 | 0.20 | 1.19 |
| 42 | *Parthenium hysterophorus* | Hierba del golpe | 40 | 33.61 | 8 | 6.72 | 2.44 | 0.37 | 1.22 | 0.38 | 1.97 |
| 43 | *Paspalum humboldtianum* | Pasto de corona del centro | 457 | 384.03 | 23 | 19.33 | 23.52 | 4.27 | 3.50 | 3.68 | 11.45 |
| 44 | *Physalis solanacea* | Tomate | 13 | 10.92 | 5 | 4.20 | 0.10 | 0.12 | 0.76 | 0.02 | 0.90 |
| 45 | *Physalis sp.* | Tomate | 2 | 1.68 | 1 | 0.84 | 0.01 | 0.02 | 0.15 | 0.00 | 0.17 |
| 46 | *Pinaropappus roseus* | Chipule | 27 | 22.69 | 3 | 2.52 | 2.16 | 0.25 | 0.46 | 0.34 | 1.05 |
| 47 | *Porophyllum linaria* | Chepiche | 8 | 6.72 | 1 | 0.84 | 0.18 | 0.07 | 0.15 | 0.03 | 0.25 |
| 48 | *Proboscidea louisianica* | Toritos | 21 | 17.65 | 2 | 1.68 | 0.25 | 0.20 | 0.30 | 0.04 | 0.54 |
| 49 | *Pseudognaphalium luteoalbum* | Gordolobo algodonoso | 15 | 12.61 | 4 | 3.36 | 0.09 | 0.14 | 0.61 | 0.01 | 0.76 |
| 50 | *Sanvitalia angustifolia* | Cartamillo | 5 | 4.20 | 1 | 0.84 | 0.25 | 0.05 | 0.15 | 0.04 | 0.24 |
| 51 | *Sanvitalia procumbens* | Ojo de gallo | 444 | 373.11 | 44 | 36.97 | 3.66 | 4.14 | 6.69 | 0.57 | 11.40 |
| 52 | *Setaria adhaerens* | Cadillo | 266 | 223.53 | 19 | 15.97 | 175.90 | 2.48 | 2.89 | 27.56 | 32.93 |
| 53 | *Setaria macrostachya* | Pajita tempranera | 105 | 88.24 | 7 | 5.88 | 1.24 | 0.98 | 1.06 | 0.19 | 2.24 |
| 54 | *Sphaeralcea angustifolia* | Cordón | 9 | 7.56 | 2 | 1.68 | 0.58 | 0.08 | 0.30 | 0.09 | 0.48 |
| 55 | *Stevia serrata* | Burrillo | 6 | 5.04 | 3 | 2.52 | 4.28 | 0.06 | 0.46 | 0.67 | 1.18 |
| 56 | *Tradescantia sillamontana* | Barquito | 12 | 10.08 | 1 | 0.84 | 0.36 | 0.11 | 0.15 | 0.06 | 0.32 |
| 57 | *Tridens flavus* | Hierba morada | 109 | 91.60 | 10 | 8.40 | 5.16 | 1.02 | 1.52 | 0.81 | 3.34 |
| 58 | *Triticum aestivum* | Trigo | 2 | 1.68 | 1 | 0.84 | 0.01 | 0.02 | 0.15 | 0.00 | 0.17 |
| 59 | *Xanthium orientale* | Bardana | 19 | 15.97 | 3 | 2.52 | 0.82 | 0.18 | 0.46 | 0.13 | 0.76 |
| 60 | *Zea maiz* | Maíz | 90 | 75.63 | 1 | 0.84 | 3.60 | 0.84 | 0.15 | 0.56 | 1.56 |
| **Total** | | | **10715** | **9004.20** | **658** | **552.94** | **638** | **100** | **100** | **100** | **300** |

Consulta Pública

El estrato herbáceo registra en muestra 60 especies, siendo *Adenophyllum cancellatum* (Alcanfor) la que muestra el valor más alto dentro del índice en razón de una mayor superficie de cobertura sumada. Sin embargo, *Chloris virgata* (Barbas de indio) la superan en cuanto al número de individuos y apariciones registradas. Otras especies importantes para el índice son *Setaria adhaerens* (Cadillo), *Aristida adscensionis* (Pasto) *y Cynodon dactylon* (Gallitos).

- Cactáceas

*Tabla 49: Índice de Valor de Importancia del estrato de cactáceas en el SAR.*

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Altura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | *Cylindropuntia imbricata* | Cholla | 19 | 0.03 | 6 | 5.04 | 2550 | 5.52 | 11.11 | 2.98 | 19.61 |
| **2** | *Opuntia hyptiacantha* | Nopal cascarón | 63 | 0.11 | 11 | 9.24 | 19615 | 18.31 | 20.37 | 22.90 | 61.59 |
| **3** | *Opuntia lasiacantha* | Nopal de cerro | 159 | 0.27 | 16 | 13.45 | 27953 | 46.22 | 29.63 | 32.64 | 108.49 |
| **4** | *Opuntia robusta* | Nopal camueso | 62 | 0.10 | 11 | 9.24 | 20595 | 18.02 | 20.37 | 24.05 | 62.44 |
| **5** | *Opuntia streptacantha* | Nopal cardón | 41 | 0.07 | 10 | 8.40 | 14925 | 11.92 | 18.52 | 17.43 | 47.87 |
| **Total** | | | **344** | **0.58** | **54** | **45.38** | **85638** | **100** | **100** | **100** | **300** |

Por último, el grupo compuesto por cactáceas acumuló en muestra 5 especies, de ellas *Opuntia lasiacantha* (Nopal de cerro), presentó los valores más altos para cada atributo analizado, acumulando de igual manera el valor más alto dentro del índice.

Consulta Pública

*Abundancia relativa*

***Tabla 50: Abundancia relativa de las especies vegetales en el SAR.***

| Nombre Científico | Nombre Común | Número de individuos registrados | Abundancia relativa = Densidad relativa |
|---|---|---|---|
| *Tithonia tubaeformis* | Gigantón | 7120 | 28.61 |
| *Chloris virgata* | Barbas de indio | 3141 | 12.62 |
| *Aristida adscensionis* | Pasto | 1471 | 5.91 |
| *Vachellia schaffneri* | Huizache prieto | 1233 | 4.95 |
| *Neltuma laevigata* | Mezquite | 978 | 3.93 |
| *Cynodon dactylon* | Gallitos | 964 | 3.87 |
| *Simsia amplexicaulis* | Acahual | 906 | 3.64 |
| *Salvia reflexa* | Salvia de menta | 749 | 3.01 |
| *Verbesina serrata* | Vara blanca | 658 | 2.64 |
| *Chloris barbata* | Pasto con dedos | 621 | 2.50 |
| *Aldama linearis* | Acahual | 574 | 2.31 |
| *Salvia tiliifolia* | Salvia hoja de tilo | 552 | 2.22 |
| *Chloris gayana* | Zacate de Rodas | 500 | 2.01 |
| *Paspalum humboldtianum* | Pasto de corona del centro | 457 | 1.84 |
| *Sanvitalia procumbens* | Ojo de gallo | 444 | 1.78 |
| *Setaria adhaerens* | Cadillo | 266 | 1.07 |
| *Adenophyllum cancellatum* | Alcanfor | 257 | 1.03 |
| *Eragrostis intermedia* | Zacate llanero | 247 | 0.99 |
| *Eruca sativa* | Arúgula del Mediterráneo | 230 | 0.92 |
| *Zinnia peruviana* | Gallito de monte | 200 | 0.80 |
| *Vachellia farnesiana* | Huizache | 191 | 0.77 |
| *Dalea foliolosa* | Almaraduz | 185 | 0.74 |
| *Verbesina sphaerocephala* | Vara de agua | 181 | 0.73 |
| *Opuntia lasiacantha* | Nopal de cerro | 159 | 0.64 |
| *Dyssodia papposa* | Flamenquilla | 155 | 0.62 |
| *Tridens flavus* | Hierba morada | 109 | 0.44 |
| *Cosmos bippinatus* | Girasol morado | 108 | 0.43 |
| *Bouteloua barbata* | Navajita | 105 | 0.42 |
| *Setaria macrostachya* | Pajita tempranera | 105 | 0.42 |
| *Ipomoea pubecens* | Trompillo | 92 | 0.37 |
| *Euphorbia nocens* | Leche María | 91 | 0.37 |
| *Zea maiz* | Maíz | 90 | 0.36 |
| *Agave americana* | Maguey blanco | 85 | 0.34 |
| *Zaluzania augusta* | Hierba blanca | 82 | 0.33 |
| *Euphorbia davidii* | Lechetrezna | 81 | 0.33 |
| *Buddleja sessiliflora* | Hierba de Tepozan | 77 | 0.31 |

Consulta Pública

| Nombre Científico | Nombre Común | Número de individuos registrados | Abundancia relativa = Densidad relativa |
|---|---|---|---|
| *Gomphrena nitida* | Amor seco | 74 | 0.30 |
| *Avena longiglumis* | Avena | 73 | 0.29 |
| *Eruca vesicaria* | Rugula | 72 | 0.29 |
| *Dalea bicolor* | Engordacabra | 66 | 0.27 |
| *Cuphea aequipetala* | Hierba del cáncer | 65 | 0.26 |
| *Aristida bipartita* | Tres barbas | 63 | 0.25 |
| *Opuntia hyptiacantha* | Nopal cascarón | 63 | 0.25 |
| *Opuntia robusta* | Nopal camueso | 62 | 0.25 |
| *Jatropha dioica* | Sangre de drago | 61 | 0.25 |
| *Dyssodia pinnata* | Rosilla | 59 | 0.24 |
| *Bidens bigelovii* | Aceitilla | 58 | 0.23 |
| *Bouteloua uniflora* | Grama | 50 | 0.20 |
| *Cenchrus longisetus* | Zacate africano plumoso | 49 | 0.20 |
| *Stevia satureiifolium* | Burrillo | 45 | 0.18 |
| *Opuntia streptacantha* | Nopal cardón | 41 | 0.16 |
| *Parthenium hysterophorus* | Hierba del golpe | 40 | 0.16 |
| *Amaranthus powellii* | Amaranto | 36 | 0.14 |
| *Bothriochloa laguroides* | Popotillo | 30 | 0.12 |
| *Eysenhardtia polystachya* | Palo azul | 28 | 0.11 |
| *Baccharis sp.* | Escobilla | 27 | 0.11 |
| *Pinaropappus roseus* | Chipule | 27 | 0.11 |
| *Mirabilis viscosa* | Maravillita | 25 | 0.10 |
| *Proboscidea louisianica* | Toritos | 21 | 0.08 |
| *Gymnosperma glutinosum* | Tatalencho | 20 | 0.08 |
| *Melinis repens* | Pasto africano rosado | 20 | 0.08 |
| *Bidens odorata* | Acahual blanco | 19 | 0.08 |
| *Cylindropuntia imbricata* | Cholla | 19 | 0.08 |
| *Xanthium orientale* | Bardana | 19 | 0.08 |
| *Mentzelia hispida* | Zazálic | 17 | 0.07 |
| *Eragrostis mexicana* | Zacate de agua | 15 | 0.06 |
| *Pseudognaphalium luteoalbum* | Gordolobo algodonoso | 15 | 0.06 |
| *Physalis solanacea* | Tomate | 13 | 0.05 |
| *Crotalaria pumila* | Chipil | 12 | 0.05 |
| *Tradescantia sillamontana* | Barquito | 12 | 0.05 |
| *Sphaeralcea angustifolia* | Cordón | 9 | 0.04 |
| *Aristida longespica* | Espiga tres puntas | 8 | 0.03 |
| *Eucalyptus camaldulensis* | Eucalipto rojo | 8 | 0.03 |
| *Lysimachia arvensis* | Jabonera europea | 8 | 0.03 |

Consulta Pública

| Nombre Científico | Nombre Común | Número de individuos registrados | Abundancia relativa = Densidad relativa |
|---|---|---|---|
| *Porophyllum linaria* | Chepiche | 8 | 0.03 |
| *Dalea prostrata* | Escobilla | 6 | 0.02 |
| *Dysphania incisa* | Epazote de monte | 6 | 0.02 |
| *Stevia serrata* | Burrillo | 6 | 0.02 |
| *Argemone ochroleuca* | Cardo santo | 5 | 0.02 |
| *Dysphania botrys* | Biengranada | 5 | 0.02 |
| *Sanvitalia angustifolia* | Cartamillo | 5 | 0.02 |
| *Amaranthus hybridus* | Quintonil verde | 4 | 0.02 |
| *Cyclanthera dissecta* | Chayotillo | 4 | 0.02 |
| *Glandularia bipinnatifida* | Alfombrilla de campo | 4 | 0.02 |
| *Schinus molle* | Pirul | 4 | 0.02 |
| *Asclepias linaria* | Pinillo | 3 | 0.01 |
| *Mandevilla foliosa* | Hierba de la cucaracha | 2 | 0.01 |
| *Physalis sp.* | Tomate | 2 | 0.01 |
| *Quercus grisea.* | Encino gris | 2 | 0.01 |
| *Triticum aestivum* | Trigo | 2 | 0.01 |
| *Brickellia veronicifolia* | Estrellita | 1 | 0.004 |
| *Dichondra argentea* | Hierba Oreja de Ratón | 1 | 0.004 |
| *Euphorbia milii* | Corona de Cristo | 1 | 0.004 |
| **Total** | | **24884** | **100** |

La abundancia relativa muestra los valores de densidad para las especies sin discriminación por estrato, en este sentido cabe resaltar que los valores más altos en el SAR coinciden principalmente con las especies anteriormente mencionadas para el índice de valor de importancia en los estratos arbóreo, arbustivo, y herbáceo. *Cynodon dactylon* (Gallitos), *Simsia amplexicaulis* (Acahual), *Salvia reflexa* (Salvia de menta), *Chloris barbata*, (Pasto con dedos), *Aldama linearis* (Acahual), *Salvia tiliifolia* (Salvia hoja de tilo) y *Chloris gayana* (Zacate de Rodas) resaltan también como especies importantes de manera local.*Índices de riqueza, diversidad y equitatividad*

Consulta Pública

***Tabla 51: Índices para el estrato arbóreo en el SAR.***

| Índices Arbóreas | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 0.52 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.10 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.50 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 0.73 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.45 |

***Tabla 52: Índices para el estrato arbustivo en el SAR.***

| Índices Arbustivas | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 2.46 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.22 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.60 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 1.56 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.49 |

***Tabla 53: Índices para el estrato herbáceo en el SAR.***

| Índices Herbáceas | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 6.36 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.57 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.87 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 2.78 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.68 |

Consulta Pública

***Tabla 54: Índices para cactáceas en el SAR.***

| Índices Cactáceas | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 0.68 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.26 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.70 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 1.39 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.86 |

De acuerdo con los valores anteriores, el estrato arbóreo posee una diversidad específica media con una dominancia media-baja, en este sentido los índices de diversidad proyectan valores no importantes con una distribución de organismos con distribución de organismos desigual para este estrato. El estrato arbustivo también presenta una diversidad específica media, así como una distribución de organismos por especie desequilibrada. Las herbáceas muestran una diversidad alta con una dominancia medianamente equilibrada, sin embargo, muestra una tendencia al dominio de unas pocas especies. Por último, el grupo de las cactáceas muestra una diversidad media-baja con alta equitatividad

#### *4.4.1.3.2 Área de Influencia del Proyecto (AIP)*

##### *4.4.1.3.2.1 Tipos de vegetación del AIP*

*Clasificación de INEGI serie VII.*

Agricultura de Temporal Anual

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo. Es común encontrar zonas abandonadas con los cultivos mencionados y en donde las especies naturales han restablecido su sucesión.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

Fase sucesional de recuperación de la vegetación original de Bosque de Encino, donde los individuos dominantes poseen un habito principalmente arbustivo.

Los bosques de Encino son comunidades vegetales distribuidas en casi todo el país, especialmente en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico,

Consulta Pública

la Sierra Madre del Sur y la Sierra Norte de Oaxaca y Planicie Costera del Golfo Sur, con excepción de la Península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van de los 10 a 26 °C y una precipitación media anual que varía de 350 a 2,000 mm.

Se encuentran principalmente en exposición norte y oeste. El tamaño de los árboles varía de los 4 hasta los 30 m de altura y los hay desde bosques abiertos a muy densos. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus*. Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Son árboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia

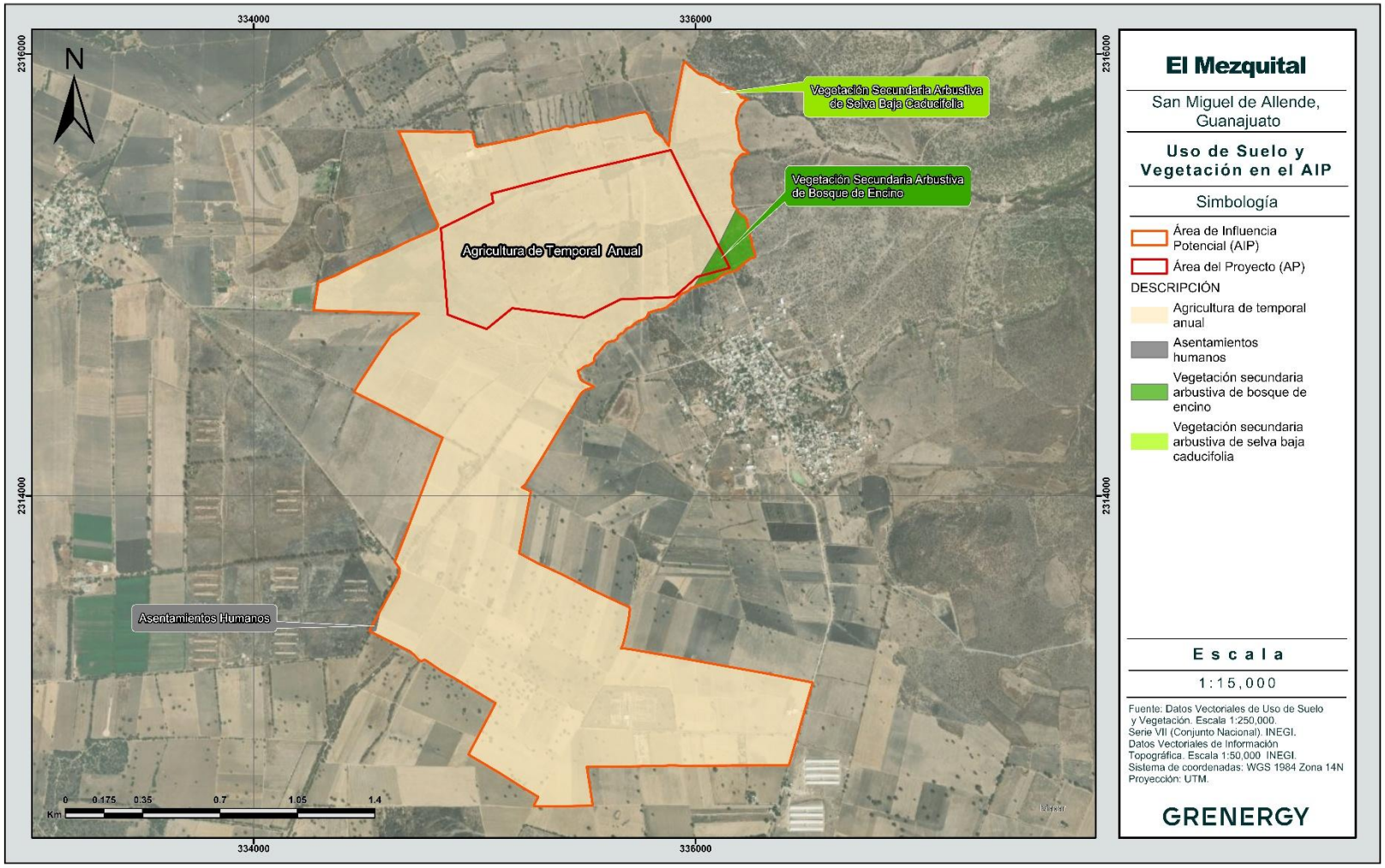
Fase sucesional de recuperación de la vegetación original de Selva Baja Caducifolia, donde los individuos dominantes poseen un habito principalmente arbustivo.

La Selva Baja Caducifolia se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1,500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1,900 m, rara vez hasta 2,000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje.

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

Consulta Pública

***Mapa 26: Distribución de los tipos de vegetación en el AIP de acuerdo con INEGI, serie VII***



*Vegetación actual*

Asociación de Arvenses

Comunidad de plantas pioneras que colonizan ambientes que sufrieron perturbaciones. Crecen al interior o en la periferia de los predios de cultivo, zonas abandonadas de agricultura, orillas de caminos, zonas de pastoreo, terrenos baldíos y alrededores de asentamientos humanos. Se caracterizan por ser principalmente hierbas, algunas veces arbustos, con una gran capacidad para dispersarse y adapatarse a nuevos ambientes. Las arvenses pertenecen a cientos de familias, siendo las compuestas (Asteraceae), los pastos (Poaceae) y las leguminosas (Fabaceae) las más communes. Muchas de estas especies también pueden presentarse en vegetación natural, así como ser nativas o introducidas.

Algunas especies características son *Aldama linearis* (Acahual), *Aristida adscensionis* (Pasto), *Cynodon dactylon* (Gallitos), *Chloris barbata* (Pasto con dedos), *C. gayana* (Zacate de Rodas), *C. virgata* (Barbas de indio), *Paspalum humboldtianum* (Pasto de corona del centro), *Salvia reflexa* (Salvia de menta), *S. tiliifolia* (Salvia hoja de tilo), *Simsia amplexicaulis* (Acahual), *Tithonia tubaeformis* (Gigantón), *Verbesina serrata* (Vara blanca), entre otras.

Mezquital–Huizachal

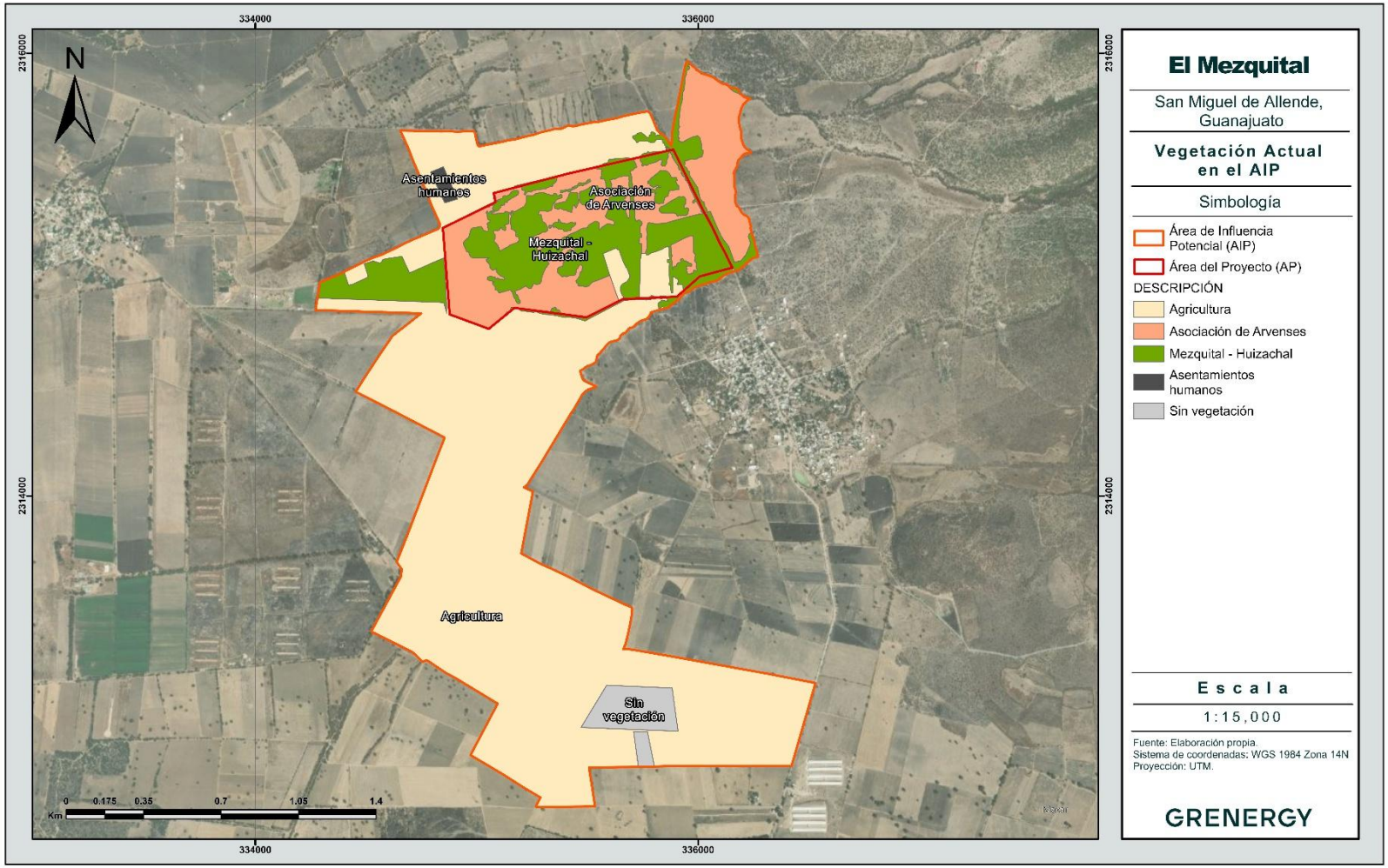
Se trata de una comunidad vegetal secundaria, estable, distribuida manera de parches diseminados a lo largo de la región del Bajío en donde originalmente se encontraba una cubierta de bosque tropical caducifolio. Por lo general las especies dominantes, principalmente de los géneros *Neltuma* y *Vachellia*, son indicadoras de disturbio y en ocasiones son propiamente de asociaciones secundarias. Fisonómicamente, es comunidad arbustiva o un bosquecillo abierto a poco cerrado, de alrededor de 6 m de altura, constituido en su mayoría por plantas caducifolias e incluso especies invasoras de los géneros *Schinus* y *Eucalyptus*.

Agricultura

Se trata de un tramado de áreas de agricultura con diferentes tipos de suministros de agua, principalmente de temporal anual, así como distintas temporalidades de producción.

Consulta Pública

***Mapa 27: Distribución de la vegetación actual en el AIP.***



#### 4.4.1.3.2.2 Flora del AIP

Se presentan la lista de la flora registrada en muestra del AIP:

***Tabla 55: Listado de especies vegetales registradas para el AIP.***

| Familia | Nombre Científico | Nombre Común | NOM-059 | IUCN | CITES |
|---|---|---|---|---|---|
| Amaranthaceae | *Amaranthus powellii* | Amaranto | - | - | - |
| Amaranthaceae | *Dysphania botrys* | Biengranada | - | - | - |
| Amaranthaceae | *Dysphania incisa* | Epazote de monte | - | - | - |
| Amaranthaceae | *Gomphrena nitida* | Amor seco | - | - | - |
| Anacardiaceae | *Schinus molle* | Pirul | - | - | - |
| Apocynaceae | *Asclepias linaria* | Pinillo | - | - | - |
| Apocynaceae | *Mandevilla foliosa* | Hierba de la cucaracha | - | - | - |
| Asparagaceae | *Agave americana* | Maguey blanco | - | LC | - |
| Asteraceae | *Adenophyllum cancellatum* | Alcanfor | - | - | - |
| Asteraceae | *Aldama linearis* | Acahual | - | - | - |
| Asteraceae | *Baccharis sp.* | Escobilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Bidens bigelovii* | Aceitilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Bidens odorata* | Acahual blanco | - | - | - |
| Asteraceae | *Brickellia veronicifolia* | Estrellita | - | - | - |
| Asteraceae | *Cosmos bippinatus* | Girasol morado | - | - | - |
| Asteraceae | *Dyssodia papposa* | Flamenquilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Dyssodia pinnata* | Rosilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Gymnosperma glutinosum* | Tatalencho | - | - | - |
| Asteraceae | *Parthenium hysterophorus* | Hierba del golpe | - | - | - |
| Asteraceae | *Pinaropappus roseus* | Chipule | - | - | - |
| Asteraceae | *Porophyllum linaria* | Chepiche | - | - | - |
| Asteraceae | *Pseudognaphalium luteoalbum* | Gordolobo algodonoso | - | - | - |
| Asteraceae | *Sanvitalia angustifolia* | Cartamillo | - | - | - |
| Asteraceae | *Sanvitalia procumbens* | Ojo de gallo | - | - | - |
| Asteraceae | *Simsia amplexicaulis* | Acahual | - | - | - |
| Asteraceae | *Stevia satureiifolium* | Burrillo | - | - | - |
| Asteraceae | *Stevia serrata* | Burrillo | - | - | - |
| Asteraceae | *Tithonia tubaeformis* | Gigantón | - | - | - |
| Asteraceae | *Verbesina serrata* | Vara blanca | - | - | - |
| Asteraceae | *Verbesina sphaerocephala* | Vara de agua | - | LC | - |
| Asteraceae | *Xanthium orientale* | Bardana | - | - | - |
| Asteraceae | *Zaluzania augusta* | Hierba blanca | - | - | - |
| Asteraceae | *Zinnia peruviana* | Gallito de monte | - | - | - |

Consulta Pública

| Familia | Nombre Científico | Nombre Común | NOM-059 | IUCN | CITES |
|---|---|---|---|---|---|
| Brassicaceae | *Eruca sativa* | Arúgula del Mediterráneo | - | - | - |
| Brassicaceae | *Eruca vesicaria* | Rugula | - | - | - |
| Cactaceae | *Cylindropuntia imbricata* | Cholla | - | LC | II |
| Cactaceae | *Opuntia hyptiacantha* | Nopal cascarón | - | LC | II |
| Cactaceae | *Opuntia lasiacantha* | Nopal de cerro | - | LC | II |
| Cactaceae | *Opuntia robusta* | Nopal camueso | - | LC | II |
| Cactaceae | *Opuntia streptacantha* | Nopal cardón | - | LC | II |
| Convolvulaceae | *Dichondra argentea* | Hierba Oreja de Ratón | - | - | - |
| Convolvulaceae | *Ipomoea pubecens* | Trompillo | - | - | - |
| Cucurbitaceae | *Cyclanthera dissecta* | Chayotillo | - | - | - |
| Euphorbiaceae | *Euphorbia davidii* | Lechetrezna | - | - | - |
| Euphorbiaceae | *Euphorbia milii* | Corona de Cristo | - | - | II |
| Euphorbiaceae | *Euphorbia nocens* | Leche María | - | - | II |
| Euphorbiaceae | *Jatropha dioica* | Sangre de drago | - | LC | - |
| Fabaceae | *Bothriochloa laguroides* | Popotillo | - | - | - |
| Fabaceae | *Crotalaria pumila* | Chipil | - | - | - |
| Fabaceae | *Dalea bicolor* | Engordacabra | - | LC | - |
| Fabaceae | *Dalea foliolosa* | Almaraduz | - | - | - |
| Fabaceae | *Dalea prostrata* | Escobilla | - | - | - |
| Fabaceae | *Eysenhardtia polystachya* | Palo azul | - | LC | - |
| Fabaceae | *Neltuma laevigata* | Mezquite | - | LC | - |
| Fabaceae | *Vachellia farnesiana* | Huizache | - | LC | - |
| Fabaceae | *Vachellia schaffneri* | Huizache prieto | - | LC | - |
| Fagaceae | *Quercus grisea.* | Encino gris | - | LC | - |
| Lamiaceae | *Salvia reflexa* | Salvia de menta | - | - | - |
| Lamiaceae | *Salvia tiliifolia* | Salvia hoja de tilo | - | - | - |
| Loasaceae | *Mentzelia hispida* | Zazálic | - | - | - |
| Lythraceae | *Cuphea aequipetala* | Hierba del cáncer | - | - | - |
| Malvaceae | *Sphaeralcea angustifolia* | Cordón | - | - | - |
| Martyniaceae | *Proboscidea louisianica* | Toritos | - | - | - |
| Myrtaceae | *Eucalyptus camaldulensis* | Eucalipto rojo | - | - | - |
| Nyctaginaceae | *Mirabilis viscosa* | Maravillita | - | - | - |
| Papaveraceae | *Argemone ochroleuca* | Cardo santo | - | - | - |
| Poaceae | *Aristida adscensionis* | Pasto | - | - | - |
| Poaceae | *Aristida bipartita* | Tres barbas | - | - | - |
| Poaceae | *Avena longiglumis* | Avena | - | - | - |
| Poaceae | *Bouteloua barbata* | Navajita | - | - | - |
| Poaceae | *Bouteloua uniflora* | Grama | - | - | - |
| Poaceae | *Cenchrus longisetus* | Zacate africano plumoso | - | - | - |
| Poaceae | *Chloris barbata* | Pasto con dedos | - | - | - |

Consulta Pública

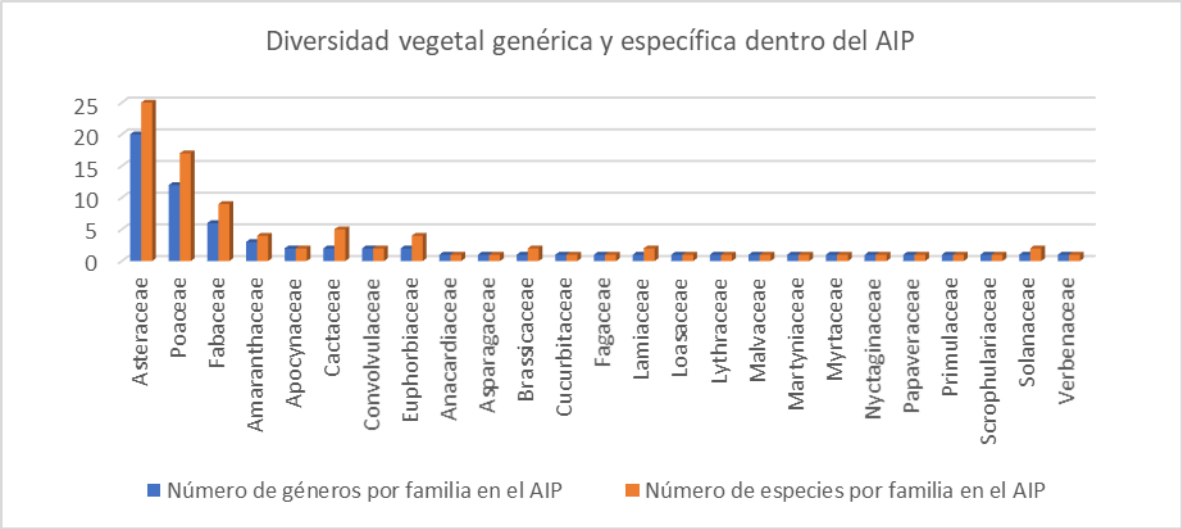
| Familia | Nombre Científico | Nombre Común | NOM-059 | IUCN | CITES |
|---|---|---|---|---|---|
| Poaceae | *Chloris gayana* | Zacate de Rodas | - | - | - |
| Poaceae | *Chloris virgata* | Barbas de indio | - | - | - |
| Poaceae | *Cynodon dactylon* | Gallitos | - | - | - |
| Poaceae | *Eragrostis intermedia* | Zacate llanero | - | - | - |
| Poaceae | *Melinis repens* | Pasto africano rosado | - | - | - |
| Poaceae | *Paspalum humboldtianum* | Pasto de corona del centro | - | - | - |
| Poaceae | *Setaria adhaerens* | Cadillo | - | - | - |
| Poaceae | *Setaria macrostachya* | Pajita tempranera | - | - | - |
| Poaceae | *Tridens flavus* | Hierba morada | - | - | - |
| Poaceae | *Zea maiz* | Maíz | - | LC | - |
| Primulaceae | *Lysimachia arvensis* | Jabonera europea | - | - | - |
| Scrophulariaceae | *Buddleja sessiliflora* | Hierba de Tepozan | - | LC | - |
| Solanaceae | *Physalis solanacea* | Tomate | - | LC | - |
| Solanaceae | *Physalis sp.* | Tomate | - | - | - |
| Verbenaceae | *Glandularia bipinnatifida* | Alfombrilla de campo | - | - | - |

Consulta Pública

La flora registrada en muestra suma un total de 88 especies de plantas vasculares pertenecientes a 66 géneros repartidos en 25 familias taxonómicas. Entre las familias registradas destacan Asteraceae con 25 especies en 20 géneros, Poaceae con 17 especies en 12 géneros y Fabaceae con 9 especies en 6 géneros.

De las especies registradas, *Agave americana* (Maguey blanco), *Buddleja sessiliflora* (Hierba de Tepozan), *Cylindropuntia imbricata* (Choya), *Dalea bicolor* (Engordacabra), *Eysenhardtia polystachya* (Palo azul), *Jatropha dioica* (Sangre de drago), *Neltuma laevigata* (Mezquite), *Opuntia hyptiacantha* (Nopal cascarón), *O. lasiacantha* (Nopal de cerro), *O. robusta* (Nopal camueso), *O. streptacantha* (Nopal cardón), *Physalis solanacea* (Tomate), *Quercus grisea* (Encino gris), *Vachellia farnesiana* (Huizache), *Vachellia schaffneri* (Huizache prieto), *Verbesina sphaerocephala* (Vara de agua) y *Zea maiz* (Maíz) se encuentran enlistadas dentro de la IUCN como especies de preocupación menor. Además, *Euphorbia nocens* (Leche María), *Euphorbia milii* (Corona de Cristo) y todas las especies de cactáceas mencionadas anteriormente (géneros *Cylindropuntia* y *Opuntia*) se incluyen dentro del Anexo II de la CITES para el control de su comercio internacional. No fue encontrada ninguna especie bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En total se registraron 19 especies con estatus de protección nacional y/o internacional dentro del AIP.

*Figura 28: Gráfica comparativa de la diversidad vegetal genérica y especifica muestreada en el AIP.*




### 4.4.1.3.2.3 Curva de acumulación de especies AIP

*Figura 29: Curva de acumulación de especies arbóreas del AIP.*

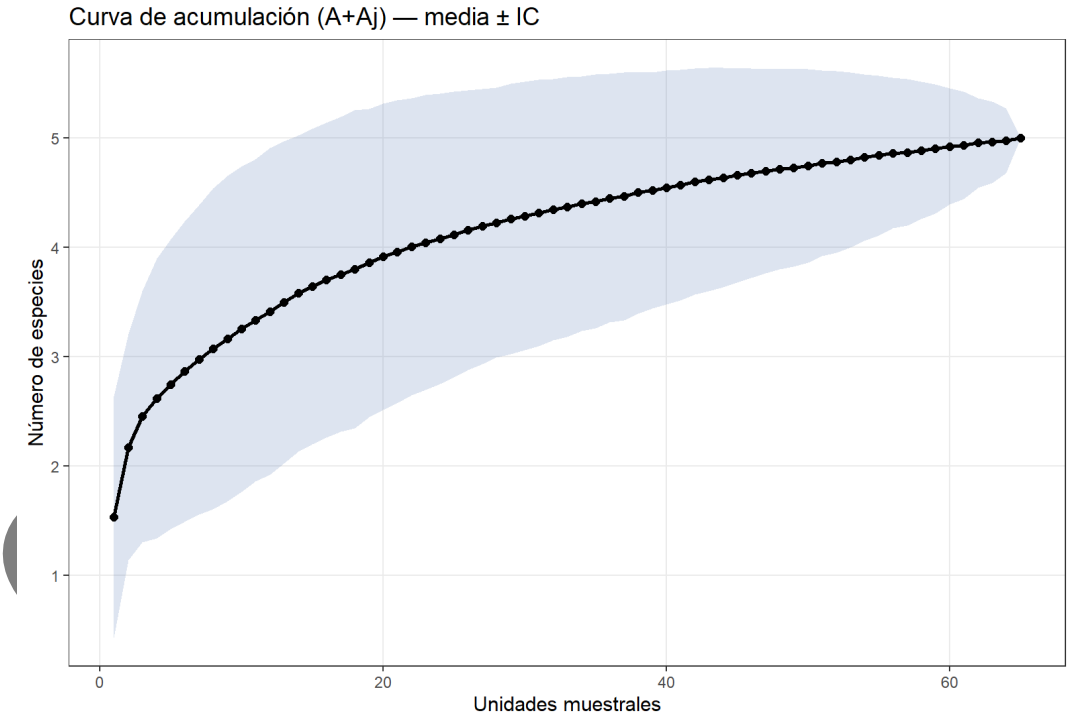


*Figura 30: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas del AIP.*

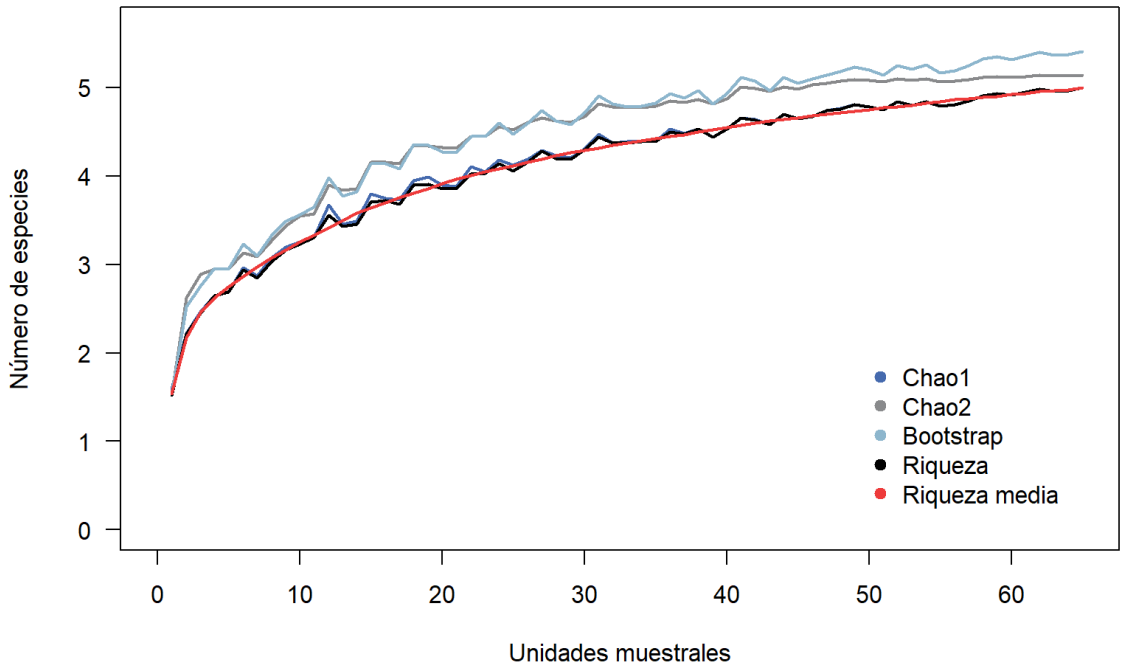



*Tabla 56: Estimación de especies arbóreas en el AIP.*

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Arbóreas** | 5 | 5 | 5.14 | 5.41 |

El trazo de la curva para el estrato arbóreo del AIP registró un descenso de aumento de especies inferior a una especie a partir de la segunda unidad muestral, reflejando una probabilidad muy baja para aumentar la riqueza en las unidades posteriores. Esto debido a la baja diversidad de árboles encontrada. Los estimadores de Chao y Bootstrap calculan una riqueza del estrato de 5 especies, lo que representa un porcentaje de registros de especies del 100% de la flora arbórea del AIP.

Consulta

***Figura 31: Curva de acumulación de especies arbustivas del AIP.***

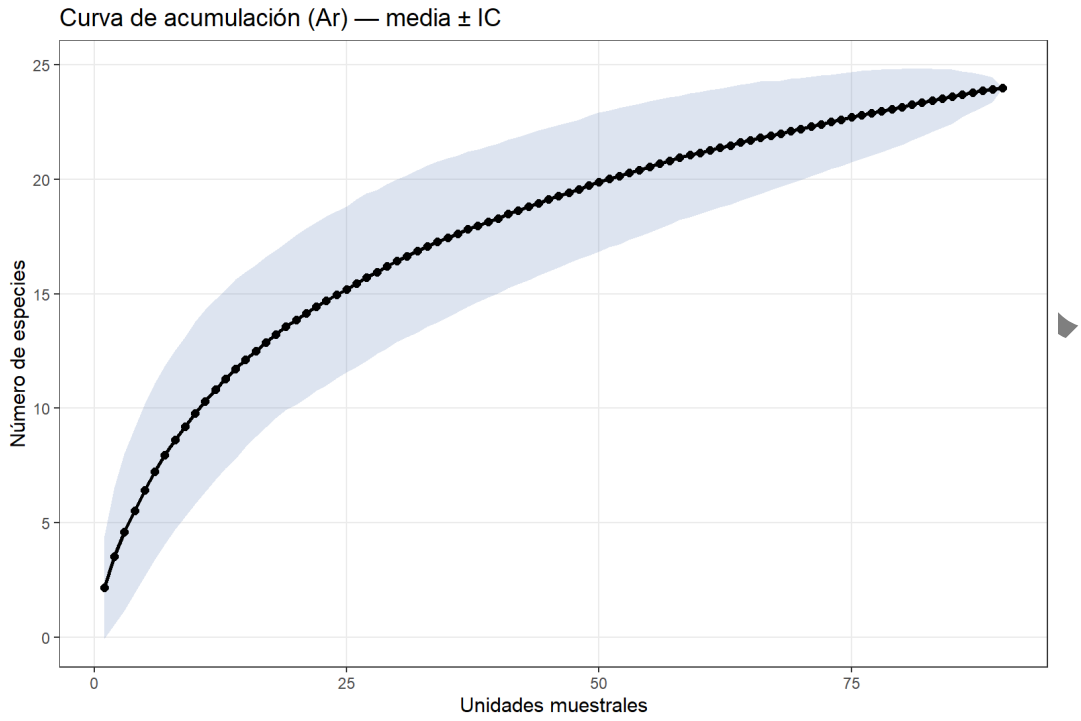



***Figura 32: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas del AIP.***

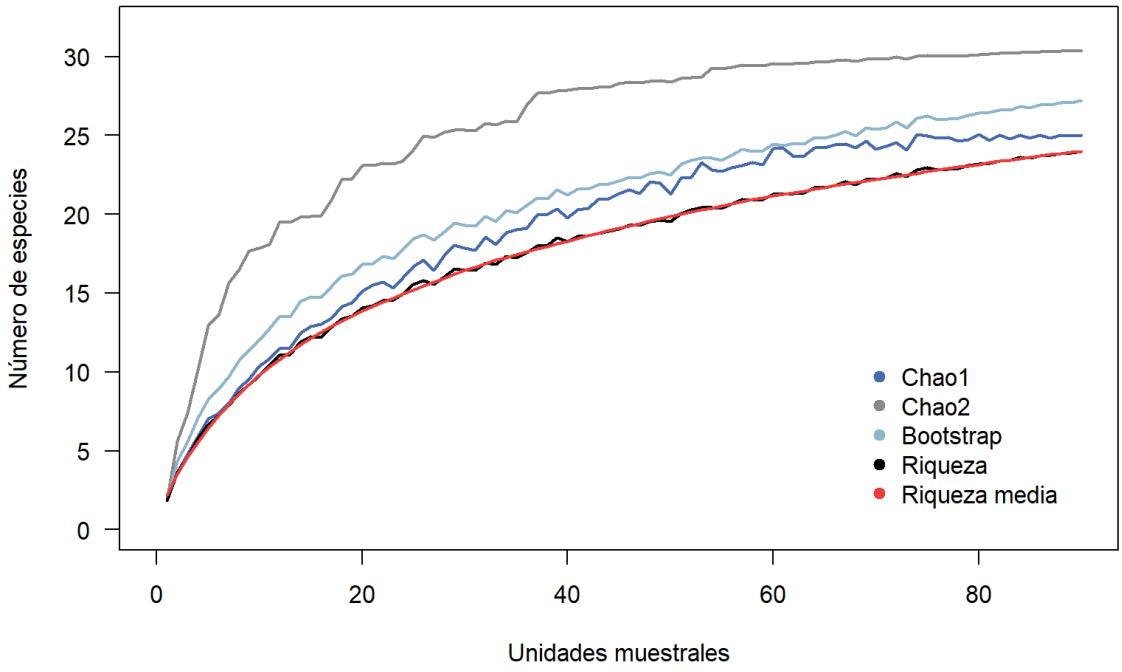


***Tabla 57: Estimación de especies arbustivas en el AIP.***

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Arbustivas** | 24 | 25 | 30.37 | 27.21 |

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número cuatro y una probabilidad de aumento de registros del 7% para la unidad número 91. Por otra parte, los estimadores Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en muestra oscila entre el 80 y 96% de los arbustos que habitan dentro del AIP.

***Figura 33: Curva de acumulación de especies herbáceas del AIP.***

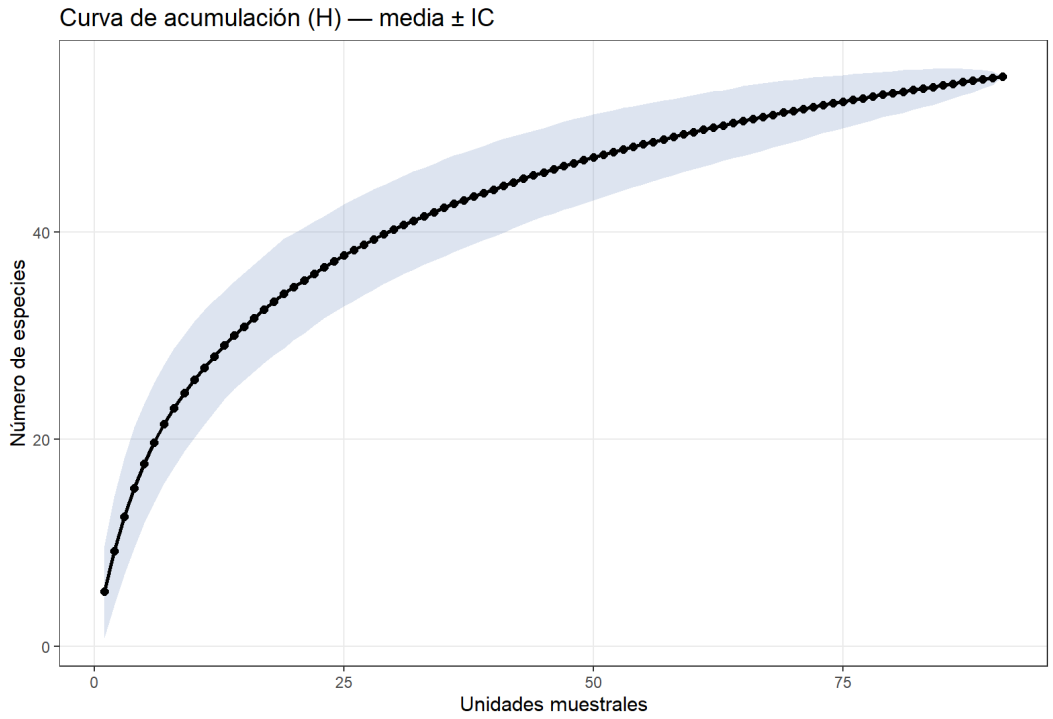
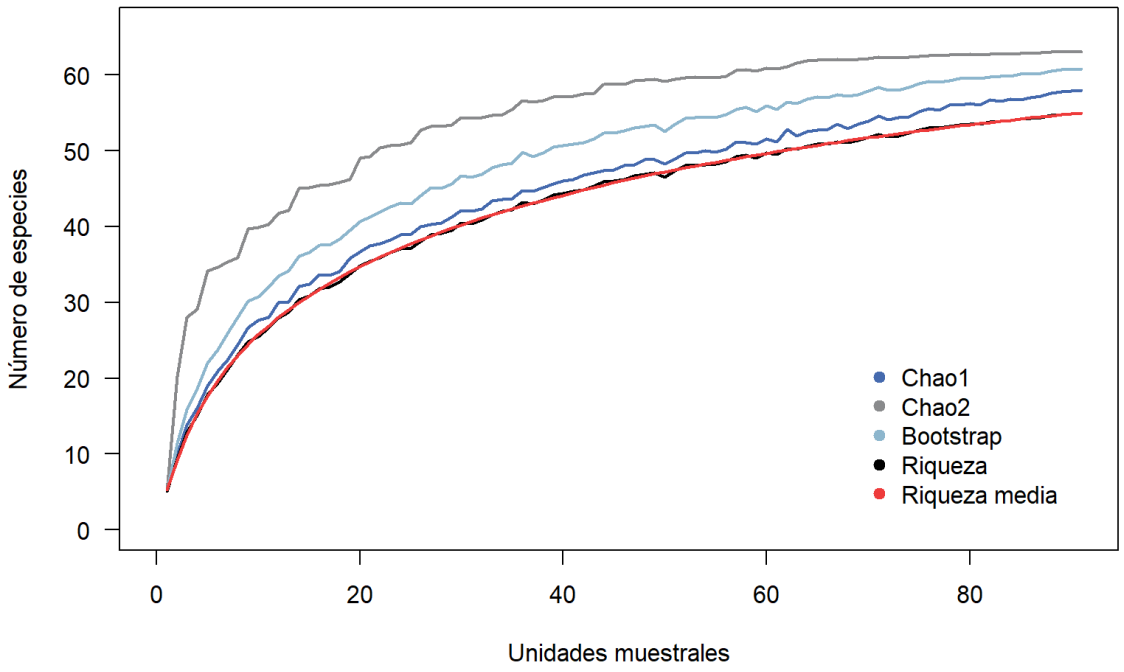


***Figura 34: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas del AIP.***




Consulta

***Tabla 58: Estimación de especies herbáceas en el AIP.***

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Herbáceas** | 55 | 58 | 63.07 | 60.83 |

Para el estrato herbáceo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número 14 y una probabilidad de aumento de registros del 12% para la unidad número 91. Por otra parte, los estimadores Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en muestra oscila entre el 87 y 94% de las especies herbáceas del AIP.

***Figura 35: Curva de acumulación de especies cactáceas del AIP.***

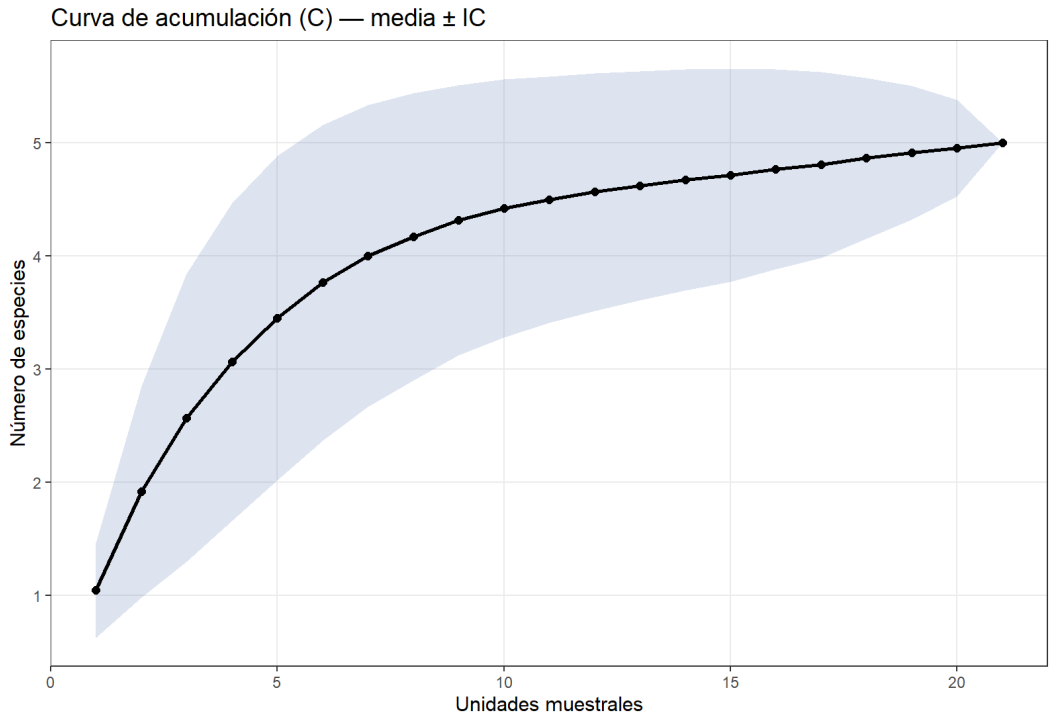


*Figura 36: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies cactáceas del AIP.*

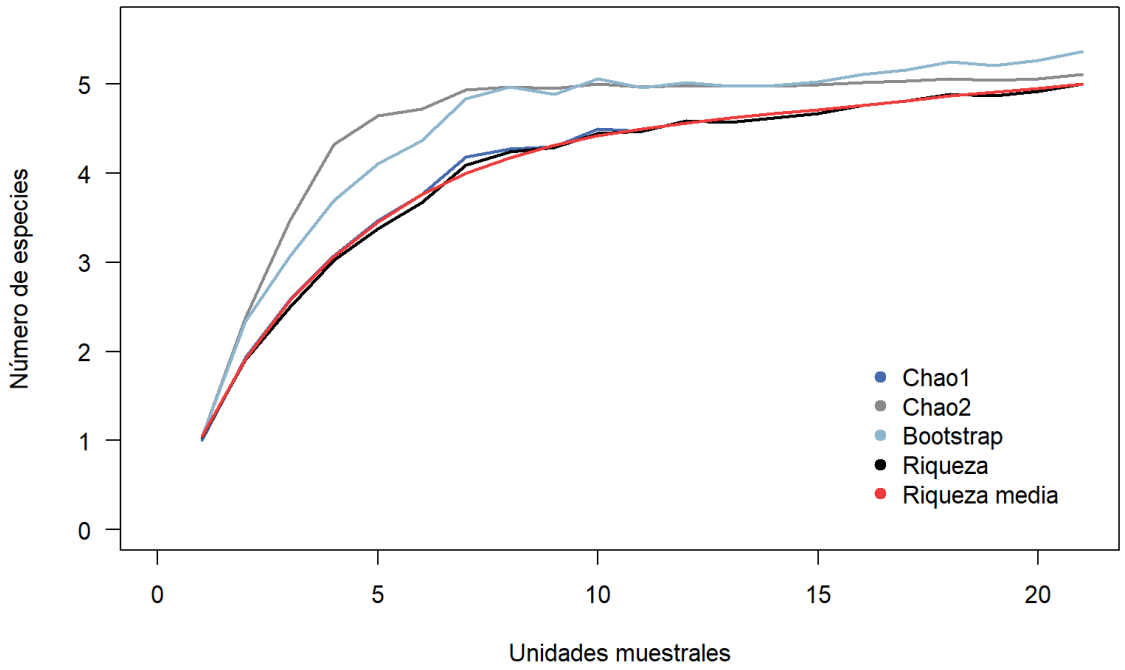



*Tabla 59: Estimación de especies cactáceas en el AIP.*

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Cactáceas** | 5 | 5 | 5.11 | 5.36 |

Las cactáceas proyectan un descenso de registro inferior a una especie a partir de la unidad muestral número dos, con una probabilidad de aumento de registros del 4% a partir de la última unidad muestreada. Las estimaciones de Chao y Bootstrap sugieren que se registraron entre el 93 y 98% de las especies de cactáceas del AIP.

Consulta

#### *4.4.1.3.2.4 Parámetros cuantitativos AIP*

*Índice de Valor de Importancia*

- Arbóreas

***Tabla 60: Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo en el AIP.***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | AB | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Eucalyptus camaldulensis* | Eucalipto rojo | 13 | 0.03 | 7 | 7.69 | 0.77 | 1.24 | 6.93 | 39.10 | 47.27 |
| 2 | *Neltuma laevigata* | Mezquite | 381 | 0.84 | 46 | 50.55 | 0.92 | 36.25 | **45.54** | **46.92** | **128.72** |
| 3 | *Quercus grisea.* | Encino gris | 1 | 0.00 | 1 | 1.10 | 0.00 | 0.10 | 0.99 | 0.04 | 1.13 |
| 4 | *Schinus molle* | Pirul | 9 | 0.02 | 3 | 3.30 | 0.18 | 0.86 | 2.97 | 9.02 | 12.85 |
| 5 | *Vachellia schaffneri* | Huizache prieto | 647 | 1.42 | 44 | 48.35 | 0.10 | **61.56** | 43.56 | 4.92 | 110.04 |
| **Total** | | | **1051** | **2.31** | **101** | **110.99** | **1.96** | **100** | **100** | **100** | **300** |

El estrato arbóreo del AIP registró la presencia de cinco especies leñosas. De ellas, *Neltuma laevigata* (Mezquite) presentó el valor más alto dentro del cálculo del índice, encontrando en esta especie la cifra más alta en cuanto al valor área basal acumulada y frecuencia de aparición en las unidades muestreadas. Por otro lado, *Vachellia schaffneri* (Huizache prieto) sumó la mayor cantidad de individuos contabilizados.

- Arbustivas

***Tabla 61: Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo en el AIP.***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Agave americana* | Maguey blanco | 13 | 0.07 | 4 | 4.40 | 10.66 | 0.09 | 1.53 | 0.34 | 1.96 |
| 2 | *Aldama linearis* | Acahual | 282 | 1.55 | 12 | 13.19 | 314.01 | 1.95 | 4.58 | 9.97 | 16.50 |
| 3 | *Asclepias linaria* | Pinillo | 1 | 0.01 | 1 | 1.10 | 1.32 | 0.01 | 0.38 | 0.04 | 0.43 |
| 4 | *Baccharis sp.* | Escobilla | 16 | 0.09 | 3 | 3.30 | 7.26 | 0.11 | 1.15 | 0.23 | 1.49 |
| 5 | *Brickellia veronicifolia* | Estrellita | 1 | 0.01 | 1 | 1.10 | 0.64 | 0.01 | 0.38 | 0.02 | 0.41 |
| 6 | *Cynodon dactylon* | Gallitos | 50 | 0.27 | 2 | 2.20 | 0.50 | 0.35 | 0.76 | 0.02 | 1.13 |
| 7 | *Dalea bicolor* | Engordacabra | 27 | 0.15 | 6 | 6.59 | 3.27 | 0.19 | 2.29 | 0.10 | 2.58 |
| 8 | *Dysphania incisa* | Epazote de monte | 3 | 0.02 | 1 | 1.10 | 3.60 | 0.02 | 0.38 | 0.11 | 0.52 |
| 9 | *Euphorbia milii* | Corona de Cristo | 1 | 0.01 | 1 | 1.10 | 0.96 | 0.01 | 0.38 | 0.03 | 0.42 |
| 10 | *Eysenhardtia polystachya* | Palo azul | 13 | 0.07 | 6 | 6.59 | 29.31 | 0.09 | 2.29 | 0.93 | 3.31 |
| 11 | *Gymnosperma glutinosum* | Tatalencho | 3 | 0.02 | 1 | 1.10 | 2.70 | 0.02 | 0.38 | 0.09 | 0.49 |
| 12 | *Jatropha dioica* | Sangre de drago | 4 | 0.02 | 1 | 1.10 | 2.64 | 0.03 | 0.38 | 0.08 | 0.49 |
| 13 | *Mandevilla foliosa* | Hierba de la cucaracha | 2 | 0.01 | 2 | 2.20 | 3.60 | 0.01 | 0.76 | 0.11 | 0.89 |
| 14 | *Mentzelia hispida* | Zazálic | 2 | 0.01 | 2 | 2.20 | 0.01 | 0.01 | 0.76 | 0.00 | 0.78 |
| 15 | *Salvia reflexa* | Salvia de menta | 400 | 2.20 | 37 | 40.66 | 68.56 | 2.77 | 14.12 | 2.18 | 19.07 |
| 16 | *Salvia tiliifolia* | Salvia hoja de tilo | 253 | 1.39 | 15 | 16.48 | 306.88 | 1.75 | 5.73 | 9.74 | 17.22 |
| 17 | *Simsia amplexicaulis* | Acahual | 1415 | 7.77 | 18 | 19.78 | 424.56 | 9.80 | 6.87 | 13.48 | 30.15 |
| 18 | *Stevia satureiifolium* | Burrillo | 45 | 0.25 | 1 | 1.10 | 3.38 | 0.31 | 0.38 | 0.11 | 0.80 |
| 19 | *Tithonia tubaeformis* | Gigantón | 11441 | 62.86 | 113 | 124.18 | 1258.32 | **79.20** | **43.13** | **39.96** | **162.29** |
| 20 | *Vachellia farnesiana* | Huizache | 198 | 1.09 | 13 | 14.29 | 375.18 | 1.37 | 4.96 | 11.91 | 18.25 |
| 21 | *Verbesina serrata* | Vara blanca | 170 | 0.93 | 5 | 5.49 | 261.95 | 1.18 | 1.91 | 8.32 | 11.40 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | *Verbesina sphaerocephala* | Vara de agua | 11 | 0.06 | 2 | 2.20 | 37.28 | 0.08 | 0.76 | 1.18 | 2.02 |
| 23 | *Zaluzania augusta* | Hierba blanca | 14 | 0.08 | 3 | 3.30 | 15.09 | 0.10 | 1.15 | 0.48 | 1.72 |
| 24 | *Zinnia peruviana* | Gallito de monte | 81 | 0.45 | 12 | 13.19 | 17.52 | 0.56 | 4.58 | 0.56 | 5.70 |
| **Total** | | | **14446** | **79.37** | **262** | **287.91** | **3149** | **100** | **100** | **100** | **300** |

En cuanto al estrato arbustivo del AIP, este registró en muestra 24 especies con el hábito. De ellas, *Tithonia tubaeformis* (Gigantón) muestra el valor más alto dentro del índice en razón de una mayor contabilización de individuos, sumatoria más alta en cuanto a frecuencia de apariciones por unidad muestreada y mayor superficie de cobertura sumada. Otras especies importantes para el índice son *Simsia amplexicaulis* (Acahual), *Salvia reflexa* (Salvia de menta), *Vachellia farnesiana* (Huizache), *Salvia tiliifolia* (Salvia hoja de tilo), *Aldama linearis* (Acahual) y *Verbesina serrata* (Vara blanca).

- Herbáceas

***Tabla 62: Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo en el AIP.***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Adenophyllum cancellatum* | Alcanfor | 106 | 116.48 | 16 | 17.58 | 110.36 | 1.16 | 3.26 | **51.65** | **56.07** |
| 2 | *Amaranthus powellii* | Amaranto | 33 | 36.26 | 5 | 5.49 | 0.45 | 0.36 | 1.02 | 0.21 | 1.59 |
| 3 | *Argemone ochroleuca* | Cardo santo | 14 | 15.38 | 5 | 5.49 | 0.57 | 0.15 | 1.02 | 0.27 | 1.44 |
| 4 | *Aristida adscensionis* | Pasto | 1293 | 1420.88 | 39 | 42.86 | 3.63 | 14.20 | 7.94 | 1.70 | 23.85 |
| 5 | *Aristida bipartita* | Tres barbas | 33 | 36.26 | 2 | 2.20 | 0.31 | 0.36 | 0.41 | 0.14 | 0.91 |
| 6 | *Avena longiglumis* | Avena | 140 | 153.85 | 2 | 2.20 | 0.49 | 1.54 | 0.41 | 0.23 | 2.17 |
| 7 | *Bidens bigelovii* | Aceitilla | 51 | 56.04 | 8 | 8.79 | 0.45 | 0.56 | 1.63 | 0.21 | 2.40 |
| 8 | *Bidens odorata* | Acahual blanco | 4 | 4.40 | 1 | 1.10 | 0.20 | 0.04 | 0.20 | 0.09 | 0.34 |
| 9 | *Bothriochloa laguroides* | Popotillo | 12 | 13.19 | 1 | 1.10 | 0.01 | 0.13 | 0.20 | 0.01 | 0.34 |
| 10 | *Bouteloua barbata* | Navajita | 20 | 21.98 | 1 | 1.10 | 0.05 | 0.22 | 0.20 | 0.02 | 0.45 |
| 11 | *Bouteloua uniflora* | Grama | 64 | 70.33 | 3 | 3.30 | 0.06 | 0.70 | 0.61 | 0.03 | 1.34 |
| 12 | *Buddleja sessiliflora* | Hierba de Tepozan | 108 | 118.68 | 11 | 12.09 | 5.60 | 1.19 | 2.24 | 2.62 | 6.05 |
| 13 | *Cenchrus longisetus* | Zacate africano plumoso | 85 | 93.41 | 3 | 3.30 | 0.25 | 0.93 | 0.61 | 0.12 | 1.66 |
| 14 | *Chloris barbata* | Pasto con dedos | 363 | 398.90 | 9 | 9.89 | 0.54 | 3.99 | 1.83 | 0.25 | 6.07 |
| 15 | *Chloris gayana* | Zacate de Rodas | 108 | 118.68 | 3 | 3.30 | 0.08 | 1.19 | 0.61 | 0.04 | 1.84 |
| 16 | *Chloris virgata* | Barbas de indio | 2481 | 2726.37 | 60 | 65.93 | 1.99 | **27.25** | **12.22** | 0.93 | 40.40 |
| 17 | *Cosmos bippinatus* | Girasol morado | 33 | 36.26 | 12 | 13.19 | 1.13 | 0.36 | 2.44 | 0.53 | 3.34 |
| 18 | *Crotalaria pumila* | Chipil | 10 | 10.99 | 2 | 2.20 | 0.09 | 0.11 | 0.41 | 0.04 | 0.56 |
| 19 | *Cuphea aequipetala* | Hierba del cáncer | 49 | 53.85 | 5 | 5.49 | 0.10 | 0.54 | 1.02 | 0.05 | 1.61 |
| 20 | *Cyclanthera dissecta* | Chayotillo | 6 | 6.59 | 4 | 4.40 | 0.03 | 0.07 | 0.81 | 0.02 | 0.90 |
| 21 | *Cynodon dactylon* | Gallitos | 1184 | 1301.10 | 32 | 35.16 | 6.11 | 13.01 | 6.52 | 2.86 | 22.38 |
| 22 | *Dalea foliolosa* | Almaraduz | 97 | 106.59 | 24 | 26.37 | 2.44 | 1.07 | 4.89 | 1.14 | 7.10 |
| 23 | *Dalea prostrata* | Escobilla | 1 | 1.10 | 1 | 1.10 | 0.00 | 0.01 | 0.20 | 0.00 | 0.22 |
| 24 | *Dichondra argentea* | Hierba Oreja de Ratón | 1 | 1.10 | 1 | 1.10 | 0.00 | 0.01 | 0.20 | 0.00 | 0.22 |
| 25 | *Dysphania botrys* | Biengranada | 10 | 10.99 | 2 | 2.20 | 0.40 | 0.11 | 0.41 | 0.19 | 0.70 |
| 26 | *Dyssodia papposa* | Flamenquilla | 134 | 147.25 | 22 | 24.18 | 12.51 | 1.47 | 4.48 | 5.85 | 11.81 |
| 27 | *Dyssodia pinnata* | Rosilla | 54 | 59.34 | 9 | 9.89 | 2.08 | 0.59 | 1.83 | 0.97 | 3.40 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28 | *Eragrostis intermedia* | Zacate llanero | 348 | 382.42 | 12 | 13.19 | 0.95 | 3.82 | 2.44 | 0.44 | 6.71 |
| 29 | *Eruca sativa* | Arúgula del Mediterráneo | 152 | 167.03 | 24 | 26.37 | 4.31 | 1.67 | 4.89 | 2.01 | 8.57 |
| 30 | *Eruca vesicaria* | Rugula | 50 | 54.95 | 5 | 5.49 | 4.21 | 0.55 | 1.02 | 1.97 | 3.54 |
| 31 | *Euphorbia davidii* | Lechetrezna | 45 | 49.45 | 18 | 19.78 | 0.49 | 0.49 | 3.67 | 0.23 | 4.39 |
| 32 | *Euphorbia nocens* | Leche María | 35 | 38.46 | 8 | 8.79 | 0.39 | 0.38 | 1.63 | 0.18 | 2.20 |
| 33 | *Glandularia bipinnatifida* | Alfombrilla de campo | 6 | 6.59 | 2 | 2.20 | 0.18 | 0.07 | 0.41 | 0.08 | 0.56 |
| 34 | *Gomphrena nitida* | Amor seco | 41 | 45.05 | 2 | 2.20 | 0.41 | 0.45 | 0.41 | 0.19 | 1.05 |
| 35 | *Ipomoea pubecens* | Trompillo | 62 | 68.13 | 21 | 23.08 | 0.40 | 0.68 | 4.28 | 0.19 | 5.14 |
| 36 | *Lysimachia arvensis* | Jabonera europea | 14 | 15.38 | 5 | 5.49 | 0.14 | 0.15 | 1.02 | 0.06 | 1.24 |
| 37 | *Melinis repens* | Pasto africano rosado | 16 | 17.58 | 2 | 2.20 | 0.17 | 0.18 | 0.41 | 0.08 | 0.66 |
| 38 | *Mirabilis viscosa* | Maravillita | 17 | 18.68 | 1 | 1.10 | 0.17 | 0.19 | 0.20 | 0.08 | 0.47 |
| 39 | *Parthenium hysterophorus* | Hierba del golpe | 12 | 13.19 | 2 | 2.20 | 0.48 | 0.13 | 0.41 | 0.22 | 0.76 |
| 40 | *Paspalum humboldtianum* | Pasto de corona del centro | 792 | 870.33 | 24 | 26.37 | 3.70 | 8.70 | 4.89 | 1.73 | 15.32 |
| 41 | *Physalis solanacea* | Tomate | 5 | 5.49 | 5 | 5.49 | 0.12 | 0.05 | 1.02 | 0.06 | 1.13 |
| 42 | *Physalis sp.* | Tomate | 1 | 1.10 | 1 | 1.10 | 0.00 | 0.01 | 0.20 | 0.00 | 0.22 |
| 43 | *Pinaropappus roseus* | Chipule | 22 | 24.18 | 4 | 4.40 | 1.44 | 0.24 | 0.81 | 0.67 | 1.73 |
| 44 | *Porophyllum linaria* | Chepiche | 3 | 3.30 | 1 | 1.10 | 0.06 | 0.03 | 0.20 | 0.03 | 0.26 |
| 45 | *Proboscidea louisianica* | Toritos | 1 | 1.10 | 1 | 1.10 | 0.05 | 0.01 | 0.20 | 0.02 | 0.24 |
| 46 | *Pseudognaphalium luteoalbum* | Gordolobo algodonoso | 11 | 12.09 | 5 | 5.49 | 0.11 | 0.12 | 1.02 | 0.05 | 1.19 |
| 47 | *Sanvitalia angustifolia* | Cartamillo | 2 | 2.20 | 1 | 1.10 | 0.10 | 0.02 | 0.20 | 0.05 | 0.27 |
| 48 | *Sanvitalia procumbens* | Ojo de gallo | 201 | 220.88 | 23 | 25.27 | 1.14 | 2.21 | 4.68 | 0.53 | 7.43 |
| 49 | *Setaria adhaerens* | Cadillo | 170 | 186.81 | 15 | 16.48 | 14.52 | 1.87 | 3.05 | 6.79 | 11.72 |
| 50 | *Setaria macrostachya* | Pajita tempranera | 49 | 53.85 | 4 | 4.40 | 1.18 | 0.54 | 0.81 | 0.55 | 1.90 |
| 51 | *Sphaeralcea angustifolia* | Cordón | 8 | 8.79 | 1 | 1.10 | 0.02 | 0.09 | 0.20 | 0.01 | 0.30 |
| 52 | *Stevia serrata* | Burrillo | 5 | 5.49 | 2 | 2.20 | 4.26 | 0.05 | 0.41 | 1.99 | 2.46 |
| 53 | *Tridens flavus* | Hierba morada | 165 | 181.32 | 14 | 15.38 | 9.59 | 1.81 | 2.85 | 4.49 | 9.15 |
| 54 | *Xanthium orientale* | Bardana | 17 | 18.68 | 1 | 1.10 | 0.75 | 0.19 | 0.20 | 0.35 | 0.74 |
| 55 | *Zea maiz* | Maíz | 360 | 395.60 | 4 | 4.40 | 14.40 | 3.95 | 0.81 | 6.74 | 11.51 |
| **Total** | | | **9104** | **10004.40** | **491** | **539.56** | **214** | **100** | **100** | **100** | **300** |

El estrato herbáceo registra en muestra 55 especies, siendo *Adenophyllum cancellatum* (Alcanfor) la que muestra el valor más alto dentro del índice en razón de una mayor superficie de cobertura sumada. Por otro lado, *Chloris virgata* (Barbas de indio) presentó una mayor cantidad de individuos registrados y mayor frecuencia de apariciones por unidad levantada. Otras especies con valores importantes dentro de este estrato son *Aristida adscensionis* (Pasto), *Cynodon dactylon* (Gallitos), *Paspalum humboldtianum* (Pasto de corona del centro), *Dyssodia papposa* (Flamequilla) y *Setaria adhaerens* (Cadillo).

- Cactáceas

Consulta Pública

***Tabla 63: Índice de Valor de Importancia cactáceas en el AIP.***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Altura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Cylindropuntia imbricata* | Cholla | 9 | 0.02 | 5 | 5.49 | 1060 | 7.20 | 22.73 | 2.08 | 32.01 |
| 2 | *Opuntia hyptiacantha* | Nopal cascarón | 39 | 0.09 | 5 | 5.49 | 13450 | 31.20 | 22.73 | 26.42 | 80.35 |
| 3 | *Opuntia lasiacantha* | Nopal de cerro | 50 | 0.11 | 6 | 6.59 | 25495 | 40.00 | **27.27** | **50.08** | **117.35** |
| 4 | *Opuntia robusta* | Nopal camueso | 23 | 0.05 | 5 | 5.49 | 9985 | 18.40 | 22.73 | 19.61 | 60.74 |
| 5 | *Opuntia streptacantha* | Nopal cardón | 4 | 0.01 | 1 | 1.10 | 920 | 3.20 | 4.55 | 1.81 | 9.55 |
| **Total** | | | **125** | **0.27** | **22** | **24.18** | **50910** | **100** | **100** | **100** | **300** |

Por último, el grupo compuesto por las cactáceas acumuló en muestra 5 especies, de ellas *Opuntia lasiacantha* (Nopal de cerro) presentó los valores más altos para cada atributo analizado, acumulando de igual manera el valor más alto dentro del índice.

Consulta Pública

*Abundancia relativa*

***Tabla 64: Abundancia relativa de las especies vegetales en el AIP.***

| Nombre Científico | Nombre Común | Número de individuos registrados | Abundancia relativa = Densidad relativa |
|---|---|---|---|
| *Tithonia tubaeformis* | Gigantón | 11441 | 46.27 |
| *Chloris virgata* | Barbas de indio | 2481 | 10.03 |
| *Simsia amplexicaulis* | Acahual | 1415 | 5.72 |
| *Aristida adscensionis* | Pasto | 1293 | 5.23 |
| *Cynodon dactylon* | Gallitos | 1234 | 4.99 |
| *Paspalum humboldtianum* | Pasto de corona del centro | 792 | 3.20 |
| *Vachellia schaffneri* | Huizache prieto | 647 | 2.62 |
| *Salvia reflexa* | Salvia de menta | 400 | 1.62 |
| *Neltuma laevigata* | Mezquite | 381 | 1.54 |
| *Chloris barbata* | Pasto con dedos | 363 | 1.47 |
| *Zea maiz* | Maíz | 360 | 1.46 |
| *Eragrostis intermedia* | Zacate llanero | 348 | 1.41 |
| *Aldama linearis* | Acahual | 282 | 1.14 |
| *Salvia tiliifolia* | Salvia hoja de tilo | 253 | 1.02 |
| *Sanvitalia procumbens* | Ojo de gallo | 201 | 0.81 |
| *Vachellia farnesiana* | Huizache | 198 | 0.80 |
| *Setaria adhaerens* | Cadillo | 170 | 0.69 |
| *Verbesina serrata* | Vara blanca | 170 | 0.69 |
| *Tridens flavus* | Hierba morada | 165 | 0.67 |
| *Eruca sativa* | Arúgula del Mediterráneo | 152 | 0.61 |
| *Avena longiglumis* | Avena | 140 | 0.57 |
| *Dyssodia papposa* | Flamenquilla | 134 | 0.54 |
| *Buddleja sessiliflora* | Hierba de Tepozan | 108 | 0.44 |
| *Chloris gayana* | Zacate de Rodas | 108 | 0.44 |
| *Adenophyllum cancellatum* | Alcanfor | 106 | 0.43 |
| *Dalea foliolosa* | Almaraduz | 97 | 0.39 |
| *Cenchrus longisetus* | Zacate africano plumoso | 85 | 0.34 |
| *Zinnia peruviana* | Gallito de monte | 81 | 0.33 |
| *Bouteloua uniflora* | Grama | 64 | 0.26 |
| *Ipomoea pubecens* | Trompillo | 62 | 0.25 |
| *Dyssodia pinnata* | Rosilla | 54 | 0.22 |
| *Bidens bigelovii* | Aceitilla | 51 | 0.21 |
| *Eruca vesicaria* | Rugula | 50 | 0.20 |
| *Opuntia lasiacantha* | Nopal de cerro | 50 | 0.20 |
| *Cuphea aequipetala* | Hierba del cáncer | 49 | 0.20 |
| *Setaria macrostachya* | Pajita tempranera | 49 | 0.20 |
| *Euphorbia davidii* | Lechetrezna | 45 | 0.18 |
| *Stevia satureiifolium* | Burrillo | 45 | 0.18 |

Consulta Pública

| Nombre Científico | Nombre Común | Número de individuos registrados | Abundancia relativa = Densidad relativa |
|---|---|---|---|
| *Gomphrena nitida* | Amor seco | 41 | 0.17 |
| *Opuntia hyptiacantha* | Nopal cascarón | 39 | 0.16 |
| *Euphorbia nocens* | Leche María | 35 | 0.14 |
| *Amaranthus powellii* | Amaranto | 33 | 0.13 |
| *Aristida bipartita* | Tres barbas | 33 | 0.13 |
| *Cosmos bippinatus* | Girasol morado | 33 | 0.13 |
| *Dalea bicolor* | Engordacabra | 27 | 0.11 |
| *Opuntia robusta* | Nopal camueso | 23 | 0.09 |
| *Pinaropappus roseus* | Chipule | 22 | 0.09 |
| *Bouteloua barbata* | Navajita | 20 | 0.08 |
| *Mirabilis viscosa* | Maravillita | 17 | 0.07 |
| *Xanthium orientale* | Bardana | 17 | 0.07 |
| *Baccharis sp.* | Escobilla | 16 | 0.06 |
| *Melinis repens* | Pasto africano rosado | 16 | 0.06 |
| *Argemone ochroleuca* | Cardo santo | 14 | 0.06 |
| *Lysimachia arvensis* | Jabonera europea | 14 | 0.06 |
| *Zaluzania augusta* | Hierba blanca | 14 | 0.06 |
| *Agave americana* | Maguey blanco | 13 | 0.05 |
| *Eucalyptus camaldulensis* | Eucalipto rojo | 13 | 0.05 |
| *Eysenhardtia polystachya* | Palo azul | 13 | 0.05 |
| *Bothriochloa laguroides* | Popotillo | 12 | 0.05 |
| *Parthenium hysterophorus* | Hierba del golpe | 12 | 0.05 |
| *Pseudognaphalium luteoalbum* | Gordolobo algodonoso | 11 | 0.04 |
| *Verbesina sphaerocephala* | Vara de agua | 11 | 0.04 |
| *Crotalaria pumila* | Chipil | 10 | 0.04 |
| *Dysphania botrys* | Biengranada | 10 | 0.04 |
| *Cylindropuntia imbricata* | Cholla | 9 | 0.04 |
| *Schinus molle* | Pirul | 9 | 0.04 |
| *Sphaeralcea angustifolia* | Cordón | 8 | 0.03 |
| *Cyclanthera dissecta* | Chayotillo | 6 | 0.02 |
| *Glandularia bipinnatifida* | Alfombrilla de campo | 6 | 0.02 |
| *Physalis solanacea* | Tomate | 5 | 0.02 |
| *Stevia serrata* | Burrillo | 5 | 0.02 |
| *Bidens odorata* | Acahual blanco | 4 | 0.02 |
| *Jatropha dioica* | Sangre de drago | 4 | 0.02 |
| *Opuntia streptacantha* | Nopal cardón | 4 | 0.02 |
| *Dysphania incisa* | Epazote de monte | 3 | 0.01 |
| *Gymnosperma glutinosum* | Tatalencho | 3 | 0.01 |
| *Porophyllum linaria* | Chepiche | 3 | 0.01 |
| *Mandevilla foliosa* | Hierba de la cucaracha | 2 | 0.01 |
| *Mentzelia hispida* | Zazálic | 2 | 0.01 |

Consulta Pública

| Nombre Científico | Nombre Común | Número de individuos registrados | Abundancia relativa = Densidad relativa |
|---|---|---|---|
| *Sanvitalia angustifolia* | Cartamillo | 2 | 0.01 |
| *Asclepias linaria* | Pinillo | 1 | 0.004 |
| *Brickellia veronicifolia* | Estrellita | 1 | 0.004 |
| *Dalea prostrata* | Escobilla | 1 | 0.004 |
| *Dichondra argentea* | Hierba Oreja de Ratón | 1 | 0.004 |
| *Euphorbia milii* | Corona de Cristo | 1 | 0.004 |
| *Physalis sp.* | Tomate | 1 | 0.004 |
| *Proboscidea louisianica* | Toritos | 1 | 0.004 |
| *Quercus grisea.* | Encino gris | 1 | 0.004 |
| **Total** | | **24726** | **100** |

Los valores más altos dentro del AIP coinciden principalmente con las especies anteriormente mencionadas para el índice de valor de importancia en los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y en menor manera el estrato arbóreo. Adicionalmente, *Paspalum humboldtianum* (Pasto de corona del centro), *Chloris barbata* (Pasto con dedos), *Zea maiz* (Maíz), *Eragrostis intermedia* (Zacate llanero), *Aldama linearis* (Acahual) y *Salvia procumbens* (Ojo de gato) resaltan también como especies importantes de manera local.

*Índices de riqueza, diversidad y equitatividad*

- Arbóreas

***Tabla 65: Índices para el estrato arbóreo en el AIP.***

| Índices Arbóreas | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 0.57 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.15 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.49 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 0.77 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.48 |

Consulta Pública

- Arbustivas

***Tabla 66: Índices para el estrato arbustivo en el AIP.***

| Índices Arbustivas | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 2.40 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.19 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.36 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 0.89 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.28 |

- Herbáceas

***Tabla 67: Índices para el estrato herbáceo en el AIP.***

| Índices Herbáceas | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 5.92 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.57 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.87 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 2.67 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.67 |

- Cactáceas

***Tabla 68: Índices para cactáceas en el AIP.***

| Índices Cactáceas | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 0.33 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.44 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.70 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 1.34 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.83 |

Consulta Pública

De acuerdo con los valores anteriores, el estrato arbóreo del AIP posee una diversidad específica media con una dominancia medianamente significative, en este sentido los índices de diversidad proyectan valores no importantes con una distribución de organismos algo equitativa para este estrato. El estrato arbustivo presenta una baja diversidad específica, no obstante, la dominancia muestra una distribución de organismos por especie muy desequilibrada. Las herbáceas muestran una diversidad alta con una dominancia medianamente equilibrada, sin embargo, la distribución de organismos entre la riqueza encontrada sigue mostrando una tendencia al dominio de unas pocas especies. Por último, el grupo de las cactáceas muestra una diversidad media con una alta equitatividad

#### *4.4.1.3.3 Área del Proyecto (AP)*

##### *4.4.1.3.3.1 Tipos de vegetación del AP*

*Clasificación de INEGI serie VII.*

Agricultura de Temporal Anual

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo. Es común encontrar zonas abandonadas con los cultivos mencionados y en donde las especies naturales han restablecido su sucesión.

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

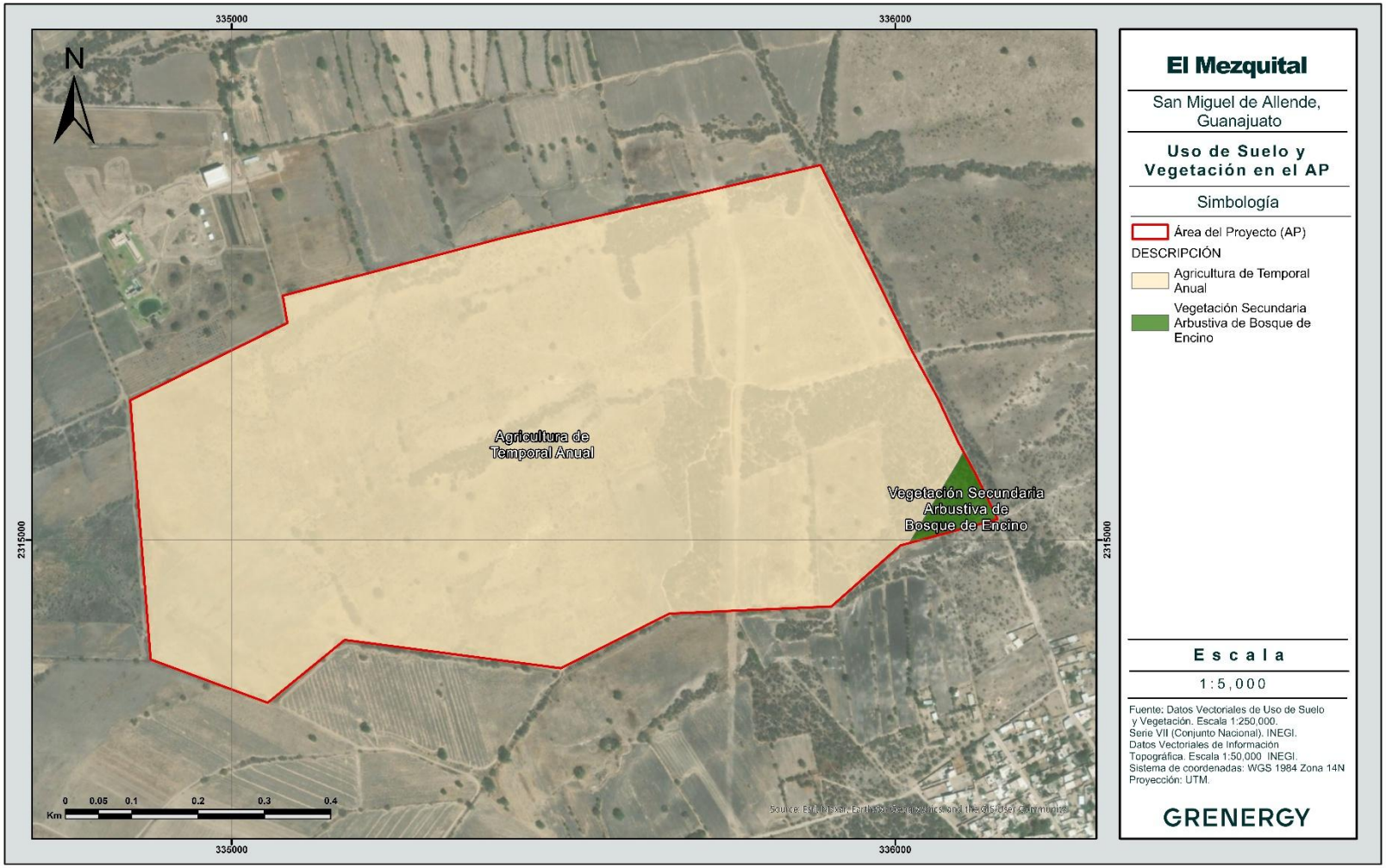
Fase sucesional de recuperación de la vegetación original de Bosque de Encino, donde los individuos dominantes poseen un habito principalmente arbustivo.

Los bosques de Encino son comunidades vegetales distribuidas en casi todo el país, especialmente en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Norte de Oaxaca y Planicie Costera del Golfo Sur, con excepción de la Península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van de los 10 a 26 °C y una precipitación media anual que varía de 350 a 2,000 mm.

Se encuentran principalmente en exposición norte y oeste. El tamaño de los árboles varía de los 4 hasta los 30 m de altura y los hay desde bosques abiertos a muy densos. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus*. Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Son árboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable.

Consulta Pública

***Mapa 37: Distribución de los tipos de vegetación en el AP de acuerdo con INEGI, serie VII***



*Vegetación actual*

Asociación de Arvenses

Comunidad de plantas pioneras que colonizan ambientes que sufrieron perturbaciones. Crecen al interior o en la periferia de los predios de cultivo, zonas abandonadas de agricultura, orillas de caminos, zonas de pastoreo, terrenos baldíos y alrededores de asentamientos humanos. Se caracterizan por ser principalmente hierbas, algunas veces arbustos, con una gran capacidad para dispersarse y adaptarse a nuevos ambientes. Las arvenses pertenecen a numerosas familias, siendo las compuestas (Asteraceae), los pastos (Poaceae) y las leguminosas (Fabaceae) las más comunes. Muchas de estas especies también pueden presentarse en vegetación natural, así como ser nativas o introducidas.

Algunas especies características son *Aldama linearis* (Acahual), *Aristida adscensionis* (Pasto), *Cynodon dactylon* (Gallitos), *Chloris barbata* (Pasto con dedos), *C. gayana* (Zacate de Rodas), *C. virgata* (Barbas de indio), *Paspalum humboldtianum* (Pasto de corona del centro), *Salvia reflexa* (Salvia de menta), *S. tiliifolia* (Salvia hoja de tilo), *Simsia amplexicaulis* (Acahual), *Tithonia tubaeformis* (Gigantón), *Verbesina serrata* (Vara blanca), entre otras.

Mezquital–Huizachal

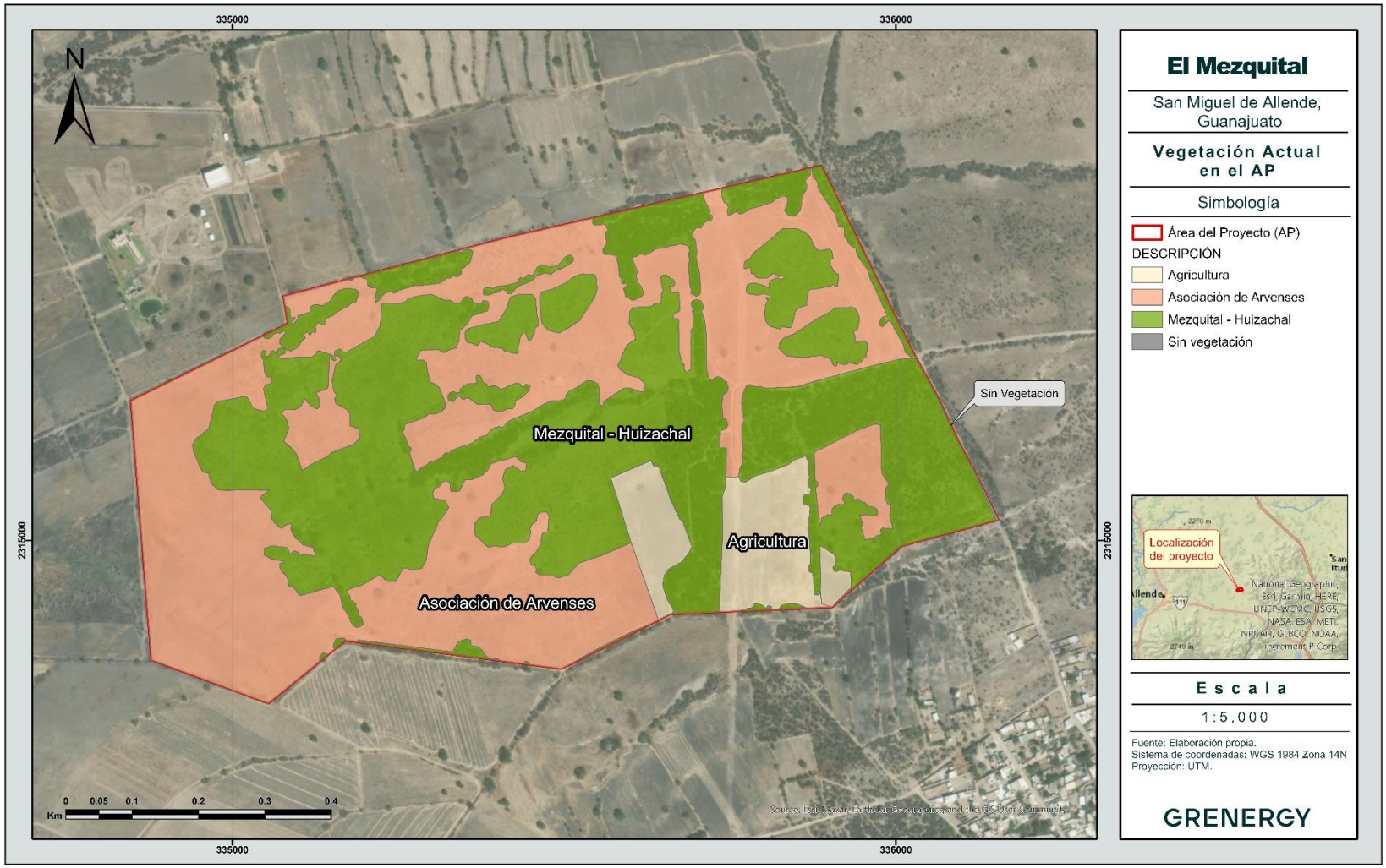
Se trata de una comunidad vegetal secundaria, estable, distribuida manera de parches diseminados a lo largo de la región del Bajío en donde originalmente se encontraba una cubierta de bosque tropical caducifolio. Por lo general las especies dominantes, principalmente de los géneros *Neltuma* y *Vachellia*, son indicadoras de disturbio y en ocasiones son propiamente de asociaciones secundarias. Fisonómicamente, es comunidad arbustiva o un bosquecillo abierto a poco cerrado, de alrededor de 6 m de altura, constituido en su mayoría por plantas caducifolias e incluso especies invasoras del género *Schinus*.

Agricultura

Se trata de un tramado de áreas de agricultura con diferentes tipos de suministros de agua, principalmente de temporal anual, así como distintas temporalidades de producción. Se cultiva primordialmente maíz.

Consulta Pública

***Mapa 38: Distribución de la vegetación actual en el AP.***



#### 4.4.1.3.3.2 Flora del AP

Se presentan el listado florístico del tipo de vegetación muestreado en el AP:

***Tabla 69: Listado de especies vegetales registradas para el AP.***

| Familia | Nombre Científico | Nombre Común | NOM-059 | IUCN | CITES |
|---|---|---|---|---|---|
| Amaranthaceae | *Amaranthus powellii* | Amaranto | - | - | - |
| Amaranthaceae | *Dysphania botrys* | Biengranada | - | - | - |
| Amaranthaceae | *Dysphania incisa* | Epazote de monte | - | - | - |
| Amaranthaceae | *Gomphrena nitida* | Amor seco | - | - | - |
| Anacardiaceae | *Schinus molle* | Pirul | - | - | - |
| Apocynaceae | *Asclepias linaria* | Pinillo | - | - | - |
| Apocynaceae | *Mandevilla foliosa* | Hierba de la cucaracha | - | - | - |
| Asparagaceae | *Agave americana* | Maguey blanco | - | LC | - |
| Asteraceae | *Adenophyllum cancellatum* | Alcanfor | - | - | - |
| Asteraceae | *Aldama linearis* | Acahual | - | - | - |
| Asteraceae | *Baccharis sp.* | Escobilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Bidens bigelovii* | Aceitilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Bidens odorata* | Acahual blanco | - | - | - |
| Asteraceae | *Brickellia veronicifolia* | Estrellita | - | - | - |
| Asteraceae | *Cosmos bippinatus* | Girasol morado | - | - | - |
| Asteraceae | *Dyssodia papposa* | Flamenquilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Dyssodia pinnata* | Rosilla | - | - | - |
| Asteraceae | *Gymnosperma glutinosum* | Tatalencho | - | - | - |
| Asteraceae | *Parthenium hysterophorus* | Hierba del golpe | - | - | - |
| Asteraceae | *Pinaropappus roseus* | Chipule | - | - | - |
| Asteraceae | *Porophyllum linaria* | Chepiche | - | - | - |
| Asteraceae | *Pseudognaphalium luteoalbum* | Gordolobo algodonoso | - | - | - |
| Asteraceae | *Sanvitalia angustifolia* | Cartamillo | - | - | - |
| Asteraceae | *Sanvitalia procumbens* | Ojo de gallo | - | - | - |
| Asteraceae | *Simsia amplexicaulis* | Acahual | - | - | - |
| Asteraceae | *Stevia satureiifolium* | Burrillo | - | - | - |
| Asteraceae | *Stevia serrata* | Burrillo | - | - | - |
| Asteraceae | *Tithonia tubaeformis* | Gigantón | - | - | - |
| Asteraceae | *Verbesina serrata* | Vara blanca | - | - | - |
| Asteraceae | *Verbesina sphaerocephala* | Vara de agua | - | LC | - |
| Asteraceae | *Xanthium orientale* | Bardana | - | - | - |
| Asteraceae | *Zaluzania augusta* | Hierba blanca | - | - | - |
| Asteraceae | *Zinnia peruviana* | Gallito de monte | - | - | - |

Consulta Pública

| Familia | Nombre Científico | Nombre Común | NOM-059 | IUCN | CITES |
|---|---|---|---|---|---|
| Brassicaceae | *Eruca sativa* | Arúgula del Mediterráneo | - | - | - |
| Brassicaceae | *Eruca vesicaria* | Rugula | - | - | - |
| Cactaceae | *Cylindropuntia imbricata* | Cholla | - | LC | II |
| Cactaceae | *Opuntia hyptiacantha* | Nopal cascarón | - | LC | II |
| Cactaceae | *Opuntia lasiacantha* | Nopal de cerro | - | LC | II |
| Cactaceae | *Opuntia robusta* | Nopal camueso | - | LC | II |
| Cactaceae | *Opuntia streptacantha* | Nopal cardón | - | LC | II |
| Convolvulaceae | *Dichondra argentea* | Hierba Oreja de Ratón | - | - | - |
| Convolvulaceae | *Ipomoea pubecens* | Trompillo | - | - | - |
| Cucurbitaceae | *Cyclanthera dissecta* | Chayotillo | - | - | - |
| Euphorbiaceae | *Euphorbia davidii* | Lechetrezna | - | - | - |
| Euphorbiaceae | *Euphorbia milii* | Corona de Cristo | - | - | II |
| Euphorbiaceae | *Euphorbia nocens* | Leche María | - | - | II |
| Euphorbiaceae | *Jatropha dioica* | Sangre de drago | - | LC | - |
| Fabaceae | *Bothriochloa laguroides* | Popotillo | - | - | - |
| Fabaceae | *Crotalaria pumila* | Chipil | - | - | - |
| Fabaceae | *Dalea bicolor* | Engordacabra | - | LC | - |
| Fabaceae | *Dalea foliolosa* | Almaraduz | - | - | - |
| Fabaceae | *Dalea prostrata* | Escobilla | - | - | - |
| Fabaceae | *Eysenhardtia polystachya* | Palo azul | - | LC | - |
| Fabaceae | *Neltuma laevigata* | Mezquite | - | LC | - |
| Fabaceae | *Vachellia farnesiana* | Huizache | - | LC | - |
| Fabaceae | *Vachellia schaffneri* | Huizache prieto | - | LC | - |
| Fagaceae | *Quercus grisea.* | Encino gris | - | LC | - |
| Lamiaceae | *Salvia reflexa* | Salvia de menta | - | - | - |
| Lamiaceae | *Salvia tiliifolia* | Salvia hoja de tilo | - | - | - |
| Loasaceae | *Mentzelia hispida* | Zazálic | - | - | - |
| Lythraceae | *Cuphea aequipetala* | Hierba del cáncer | - | - | - |
| Malvaceae | *Sphaeralcea angustifolia* | Cordón | - | - | - |
| Martyniaceae | *Proboscidea louisianica* | Toritos | - | - | - |
| Nyctaginaceae | *Mirabilis viscosa* | Maravillita | - | - | - |
| Poaceae | *Aristida adscensionis* | Pasto | - | - | - |
| Poaceae | *Aristida bipartita* | Tres barbas | - | - | - |
| Poaceae | *Avena longiglumis* | Avena | - | - | - |
| Poaceae | *Bouteloua barbata* | Navajita | - | - | - |
| Poaceae | *Bouteloua uniflora* | Grama | - | - | - |
| Poaceae | *Cenchrus longisetus* | Zacate africano plumoso | - | - | - |
| Poaceae | *Chloris barbata* | Pasto con dedos | - | - | - |
| Poaceae | *Chloris gayana* | Zacate de Rodas | - | - | - |
| Poaceae | *Chloris virgata* | Barbas de indio | - | - | - |

Consulta Publica

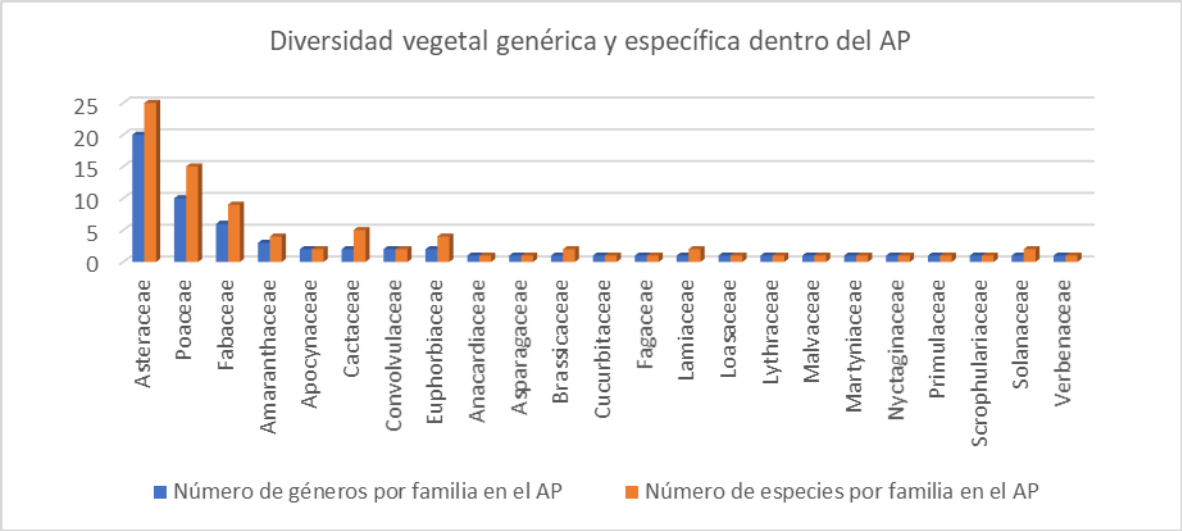
| Familia | Nombre Científico | Nombre Común | NOM-059 | IUCN | CITES |
|---|---|---|---|---|---|
| Poaceae | *Cynodon dactylon* | Gallitos | - | - | - |
| Poaceae | *Eragrostis intermedia* | Zacate llanero | - | - | - |
| Poaceae | *Melinis repens* | Pasto africano rosado | - | - | - |
| Poaceae | *Paspalum humboldtianum* | Pasto de corona del centro | - | - | - |
| Poaceae | *Setaria adhaerens* | Cadillo | - | - | - |
| Poaceae | *Setaria macrostachya* | Pajita tempranera | - | - | - |
| Primulaceae | *Lysimachia arvensis* | Jabonera europea | - | - | - |
| Scrophulariaceae | *Buddleja sessiliflora* | Hierba de Tepozan | - | LC | - |
| Solanaceae | *Physalis solanacea* | Tomate | - | LC | - |
| Solanaceae | *Physalis sp.* | Tomate | - | - | - |
| Verbenaceae | *Glandularia bipinnatifida* | Alfombrilla de campo | - | - | - |

La flora registrada suma un total de 84 especies de plantas vasculares pertenecientes a 62 géneros repartidos en 23 familias taxonómicas. Entre las familias registradas destacan Asteraceae con 25 especies en 20 géneros, Poaceae con 15 especies en 10 géneros, Fabaceae con 9 especies en 6 géneros y Amaranthaceae con 4 especies en 3 géneros.

De las especies registradas, *Agave americana* (Maguey blanco), *Buddleja sessiliflora* (Hierba de Tepozan), *Cylindropuntia imbricata* (Cholla), *Dalea bicolor* (Engordacabra), *Eysenhardtia polystachia* (Palo azul), *Jatropha dioica* (Sangre de drago), *Neltuma laevigata* (Mezquite), *Opuntia hyptacantha* (Nopal cascarón), *O. lasiacantha* (Nopal de cerro), *O. robusta* (Nopal camueso), *O. streptacantha* (Nopal cardón), *Physalis solanacea* (Tomate), *Quercus grisea* (Encino gris), *Vachellia farnesiana* (Huizache), *Vachellia schaffneri* (Huizache prieto) y *Verbesina sphaerocephala* (Vara de agua) se encuentran enlistadas dentro de la IUCN como especies de preocupación menor. Además, *Euphorbia nocens* (Leche María), *Euphorbia milii* (Corona de Cristo) y todas las especies de cactáceas mencionadas anteriormente (de los géneros *Cylindropuntia* y *Opuntia*) se incluyen dentro del Anexo II de la CITES para el control de su comercio internacional. No fue encontrada ninguna especie bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En total se registraron 18 especies con estatus de protección nacional y/o internacional dentro del AP.

Consulta Pública

*Figura 39: Gráfica comparativa de la diversidad vegetal genérica y especifica muestreada en el AP.*




### *4.4.1.3.3.3 Curva de acumulación de especies AP*

*Figura 40: Curva de acumulación de especies arbóreas del AP.*

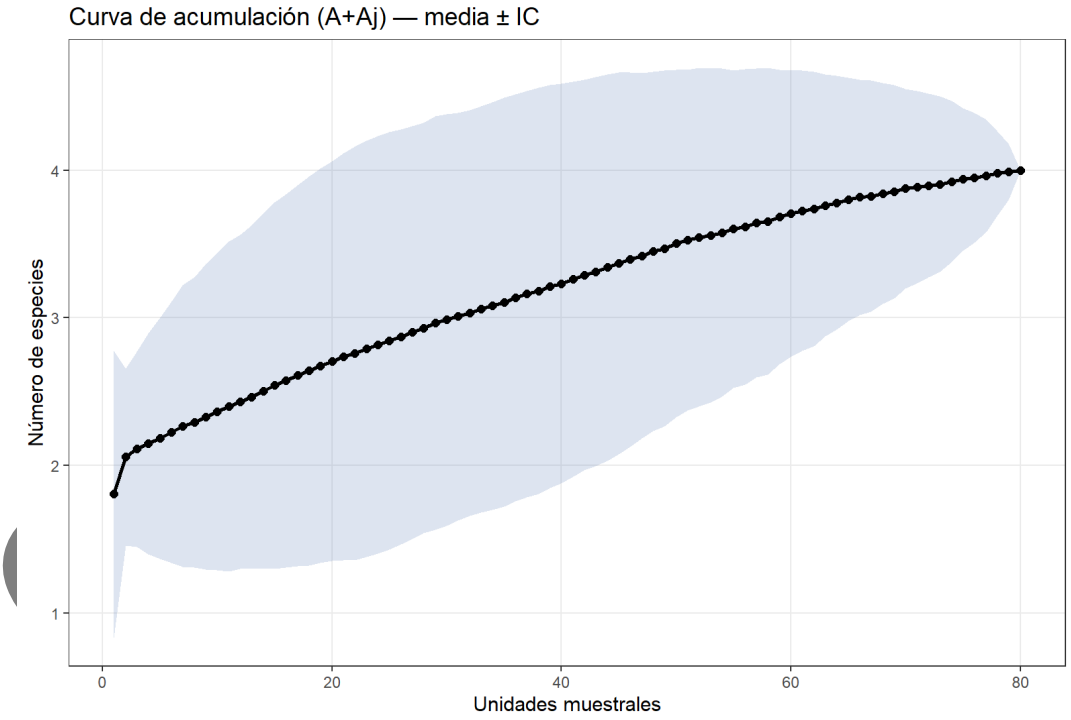



*Figura 41: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbóreas del AP.*

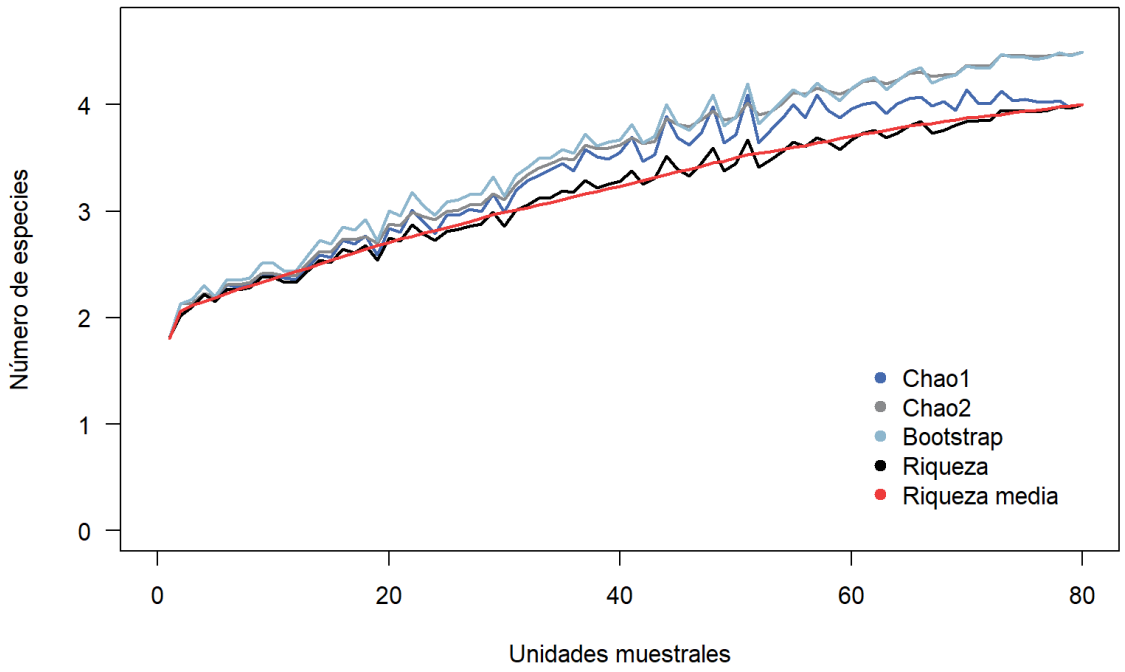



***Tabla 70: Estimación de especies arbóreas en el AP.***

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Arbóreas** | 4 | 4 | 4.49 | 4.49 |

El trazo de la curva para el estrato arbóreo del AP registró un descenso de aumento de especies inferior a una especie a partir de la segunda unidad muestral, reflejando una probabilidad muy baja para aumentar la riqueza en las unidades posteriores. Esto debido a la baja diversidad de árboles encontrada. Los estimadores de Chao y Bootstrap calculan una riqueza del estrato de 4 especies, lo que representa un porcentaje de registros de prácticamente la totalidad de las especies de la flora arbórea del AP.

Consulta P

***Figura 42: Curva de acumulación de especies arbustivas del AP.***

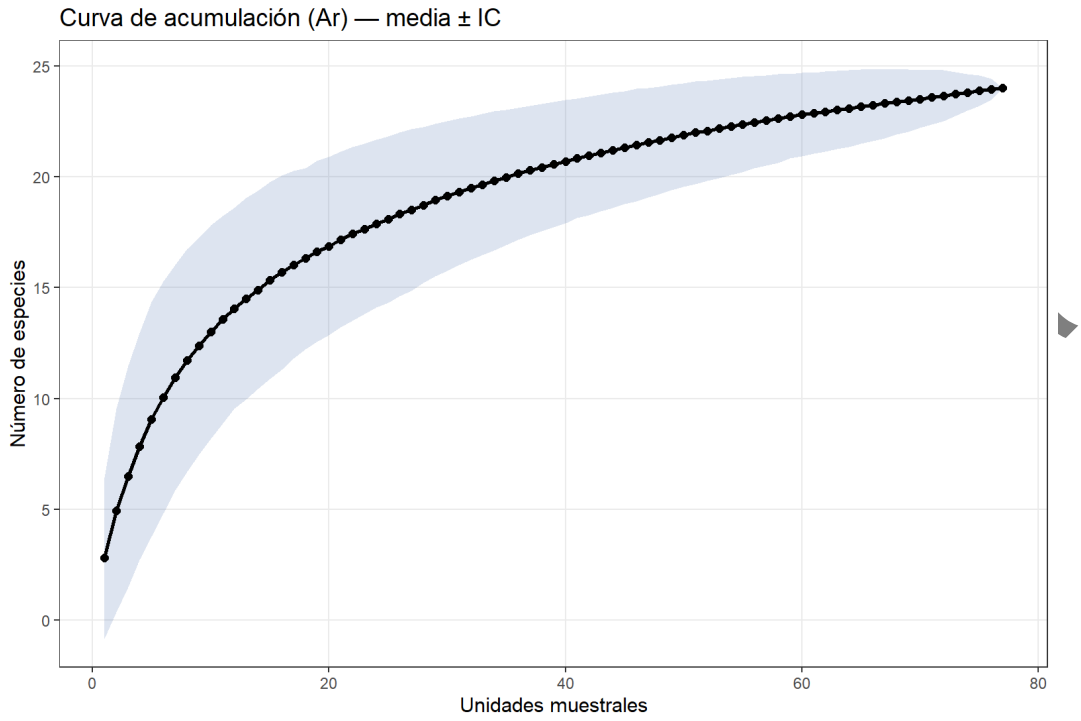



***Figura 43: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies arbustivas del AP***

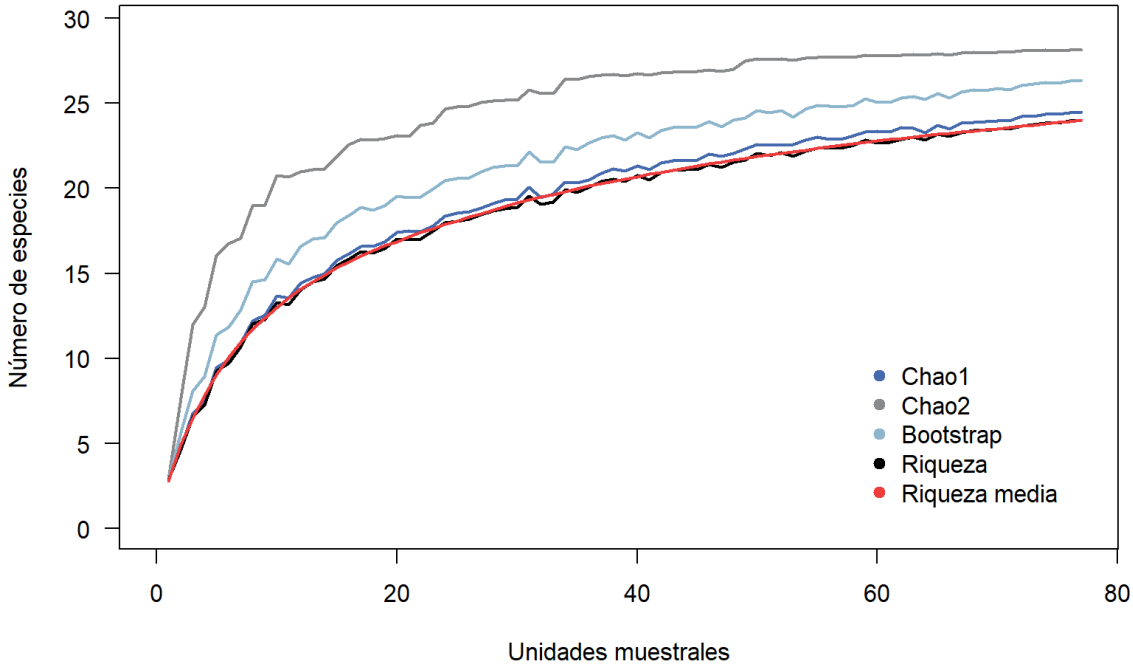


***Tabla 71: Estimación de especies arbustivas en el AP***

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Arbustivas** | 24 | 24.5 | 28.15 | 26.33 |

En cuanto a la curva del estrato arbustivo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número siete y una probabilidad de aumento de registros del 6% para la unidad número 80. Por otra parte, los estimadores Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en muestra oscila entre el 85 y 98% de los arbustos que habitan dentro del AP.

***Figura 44: Curva de acumulación de especies herbáceas del AP.***

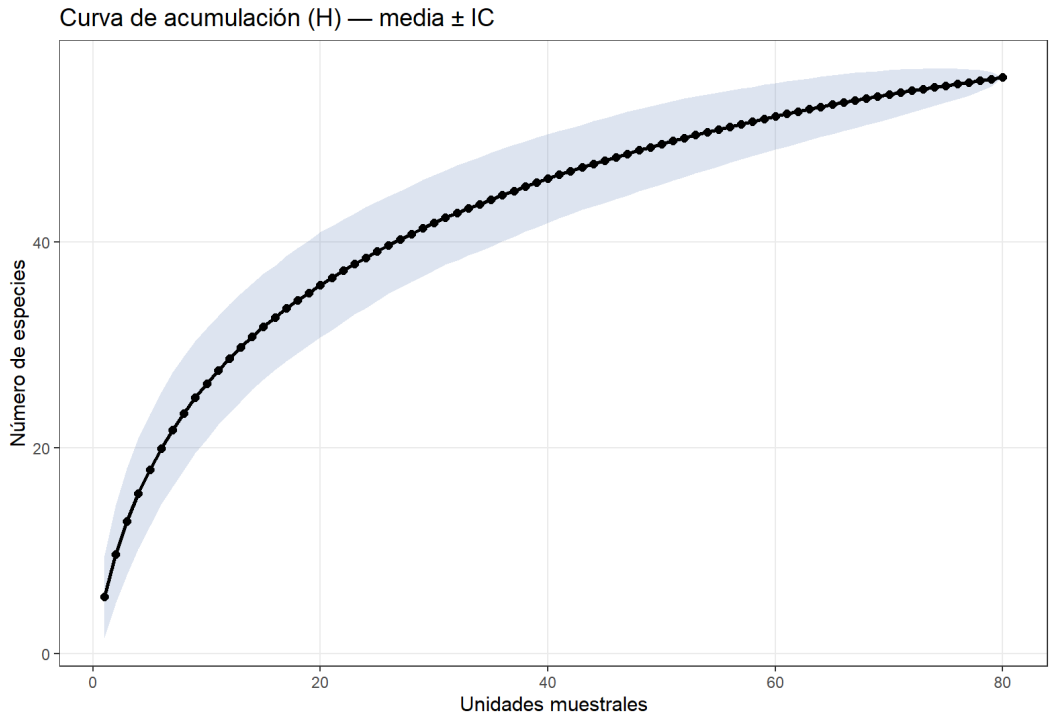


*Figura 45: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies herbáceas del AP.*

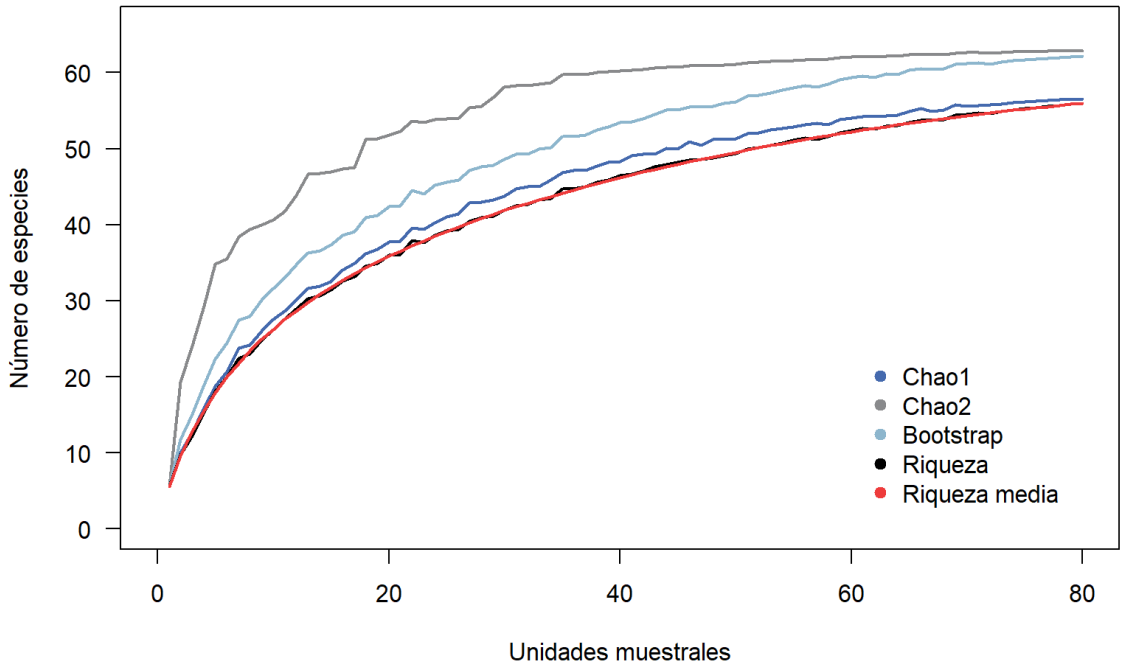



*Tabla 72: Estimación de especies herbáceas en el AP.*

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Herbáceas** | 56 | 56.6 | 62.89 | 62.19 |

Para el estrato herbáceo, se registra un descenso inferior al aumento de una especie a partir de la unidad muestral número 15 y una probabilidad de aumento de registros del 15% para la unidad número 80. Por otra parte, los estimadores Chao y Bootstrap señalan que la diversidad registrada en muestra oscila entre el 89 y 98% de las especies herbáceas que se distribuyen dentro del AP.

Consulta

*Figura 46: Curva de acumulación de especies cactáceas del AP.*

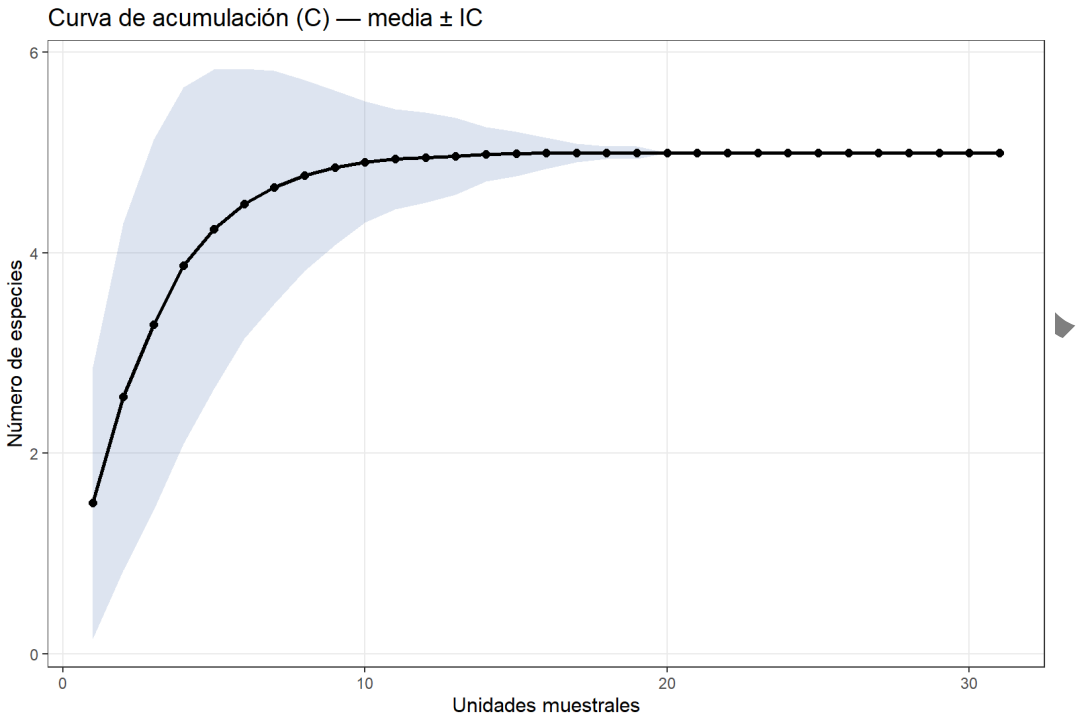



*Figura 47: Curva de acumulación de estimadores de diversidad para las especies cactáceas del AP.*

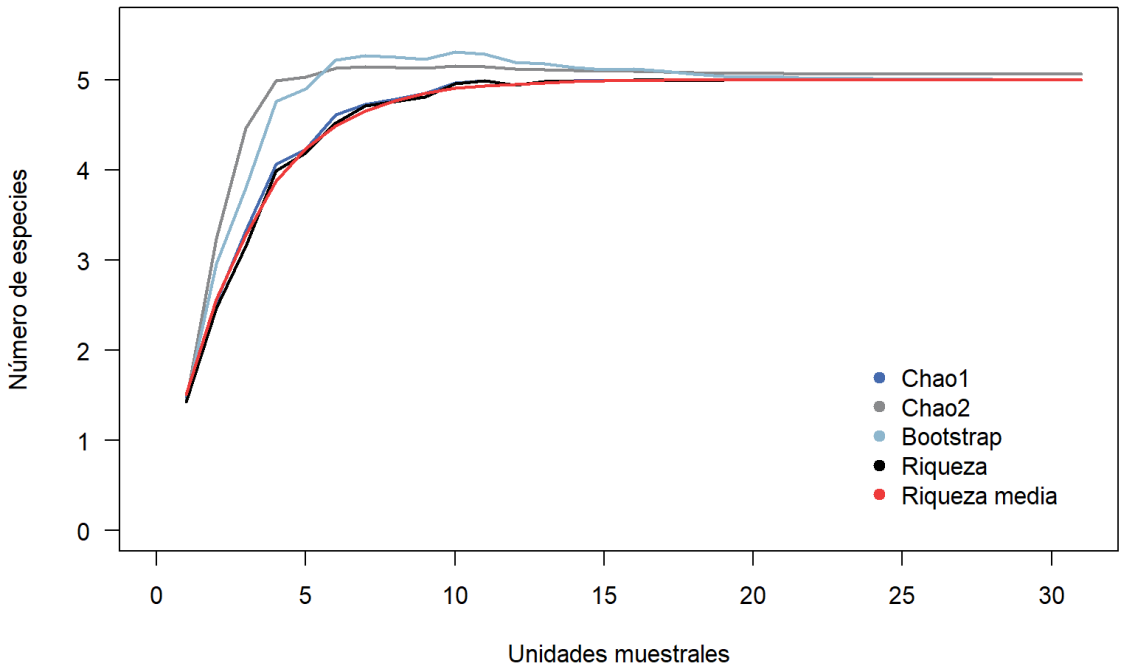


***Tabla 73: Estimación de especies cactáceas en el AP.***

| Estimador | Riqueza | Chao 1 | Chao 2 | Bootstrap |
|---|---|---|---|---|
| **Cactáceas** | 5 | 5 | 5.06 | 5 |

Las cactáceas proyectan un descenso de registro inferior a una especie a partir de la unidad muestral número tres, con una probabilidad de aumento de registros del 0% a partir de la unidad número 21. Las estimaciones de Chao y Bootstrap sugieren que la riqueza de especies de cactáceas en el AP fue documentada en su totalidad.

Consulta Pública

#### *4.4.1.3.3.4 Parámetros cuantitativos AP*

*Índice de Valor de Importancia*

- Arbóreas

***Tabla 74: Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo en el AP.***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | AB | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Neltuma laevigata* | Mezquite | 851 | 2.13 | 73 | 91.25 | 2.21 | 45.51 | **50.69** | **87.00** | **183.21** |
| 2 | *Quercus grisea.* | Encino gris | 2 | 0.01 | 2 | 2.50 | 0.00 | 0.11 | 1.39 | 0.08 | 1.57 |
| 3 | *Schinus molle* | Pirul | 1 | 0.00 | 1 | 1.25 | 0.03 | 0.05 | 0.69 | 1.31 | 2.06 |
| 4 | *Vachellia schaffneri* | Huizache prieto | 1016 | 2.54 | 68 | 85.00 | 0.29 | **54.33** | 47.22 | 11.61 | 113.16 |
| **Total** | | | **1870** | **4.68** | **144** | **180.00** | **2.54** | **100** | **100** | **100** | **300** |

El estrato arbóreo del AP registró la presencia de cuatro especies leñosas, de ellas, *Neltuma laevigata* (Mezquite) presentó el valor más alto dentro del cálculo del índice, encontrando en esta especie las cifras más altas en cuanto a el área basal acumulada y las apariciones por unidad de muestreo. Por otro lado, la mayor densidad y la mayor suma de individuos contabilizados se encontró en la especie *Vachellia schaffneri* (Huizache prieto).

- Arbustivas

***Tabla 75: Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo en el AP.***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Agave americana* | Maguey blanco | 84 | 0.53 | 13 | 16.25 | 284.05 | 1.78 | 4.87 | 8.68 | 15.33 |
| 2 | *Aldama linearis* | Acahual | 411 | 2.57 | 21 | 26.25 | 379.05 | 8.73 | 7.87 | 11.58 | 28.18 |
| 3 | *Asclepias linaria* | Pinillo | 3 | 0.02 | 2 | 2.50 | 8.62 | 0.06 | 0.75 | 0.26 | 1.08 |
| 4 | *Baccharis sp.* | Escobilla | 12 | 0.08 | 3 | 3.75 | 8.35 | 0.25 | 1.12 | 0.25 | 1.63 |
| 5 | *Brickellia veronicifolia* | Estrellita | 1 | 0.01 | 1 | 1.25 | 0.64 | 0.02 | 0.37 | 0.02 | 0.42 |
| 6 | *Dalea bicolor* | Engordacabra | 44 | 0.28 | 4 | 5.00 | 2.92 | 0.93 | 1.50 | 0.09 | 2.52 |
| 7 | *Dysphania incisa* | Epazote de monte | 6 | 0.04 | 1 | 1.25 | 7.20 | 0.13 | 0.37 | 0.22 | 0.72 |
| 8 | *Euphorbia milii* | Corona de Cristo | 1 | 0.01 | 1 | 1.25 | 0.96 | 0.02 | 0.37 | 0.03 | 0.43 |
| 9 | *Eysenhardtia polystachya* | Palo azul | 23 | 0.14 | 6 | 7.50 | 93.72 | 0.49 | 2.25 | 2.86 | 5.60 |
| 10 | *Gymnosperma glutinosum* | Tatalencho | 20 | 0.13 | 2 | 2.50 | 33.90 | 0.42 | 0.75 | 1.04 | 2.21 |
| 11 | *Jatropha dioica* | Sangre de drago | 61 | 0.38 | 4 | 5.00 | 9.03 | 1.30 | 1.50 | 0.28 | 3.07 |
| 12 | *Mandevilla foliosa* | Hierba de la cucaracha | 2 | 0.01 | 1 | 1.25 | 7.20 | 0.04 | 0.37 | 0.22 | 0.64 |
| 13 | *Mentzelia hispida* | Zazálic | 16 | 0.10 | 4 | 5.00 | 7.75 | 0.34 | 1.50 | 0.24 | 2.07 |
| 14 | *Salvia reflexa* | Salvia de menta | 620 | 3.88 | 24 | 30.00 | 150.64 | 13.17 | 8.99 | 4.60 | 26.76 |
| 15 | *Salvia tiliifolia* | Salvia hoja de tilo | 470 | 2.94 | 29 | 36.25 | 305.94 | 9.99 | 10.86 | 9.34 | 30.19 |
| 16 | *Simsia amplexicaulis* | Acahual | 41 | 0.26 | 10 | 12.50 | 58.94 | 0.87 | 3.75 | 1.80 | 6.42 |
| 17 | *Stevia satureiifolium* | Burrillo | 45 | 0.28 | 1 | 1.25 | 3.38 | 0.96 | 0.37 | 0.10 | 1.43 |
| 18 | *Tithonia tubaeformis* | Gigantón | 1712 | 10.70 | 74 | 92.50 | 372.72 | **36.38** | **27.72** | 11.38 | **75.48** |
| 19 | *Vachellia farnesiana* | Huizache | 86 | 0.54 | 12 | 15.00 | 151.34 | 1.83 | 4.49 | 4.62 | 10.94 |
| 20 | *Verbesina serrata* | Vara blanca | 626 | 3.91 | 16 | 20.00 | 905.04 | 13.30 | 5.99 | **27.64** | 46.94 |
| 21 | *Verbesina sphaerocephala* | Vara de agua | 177 | 1.11 | 9 | 11.25 | 284.16 | 3.76 | 3.37 | 8.68 | 15.81 |
| 22 | *Zaluzania augusta* | Hierba blanca | 70 | 0.44 | 4 | 5.00 | 129.74 | 1.49 | 1.50 | 3.96 | 6.95 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | *Zinnia peruviana* | Gallito de monte | 175 | 1.09 | 25 | 31.25 | 68.68 | 3.72 | 9.36 | 2.10 | 15.18 |
| **Total** | | | **4706** | **29.41** | **267** | **333.75** | **3274** | **100** | **100** | **100** | **300** |

En cuanto al estrato arbustivo del AP, este registró en muestra 23 especies con el hábito. De ellas, *Tithonia tubaeformis* (Gigantón) muestra el valor más alto dentro del índice en razón de una mayor contabilización de individuos y sumatoria más alta en cuanto a frecuencia de apariciones por unidad muestreada. Sin embargo, *Verbesina serrata* (Vara blanca) muestra una mayor superficie de cobertura sumada. Otras especies importantes para el índice son *Salvia tiliifolia* (Salvia hoja de tilo), *Aldama linearis* (Acahual), *Salvia reflexa* (Salvia de menta), *Verbesina sphaerocephala* (Vara de agua), *Agave americana* (Maguey blanco) y *Zinnia peruviana* (Gallito de monte).

- Herbáceas

***Tabla 76: Índice de Valor de Importancia del estrato de herbáceas en el AP.***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Adenophyllum cancellatum* | Alcanfor | 228 | 285.00 | 21 | 26.25 | 307.20 | 3.15 | 4.71 | **53.95** | **61.81** |
| 2 | *Amaranthus powellii* | Amaranto | 13 | 16.25 | 3 | 3.75 | 0.05 | 0.18 | 0.67 | 0.01 | 0.86 |
| 3 | *Aristida adscensionis* | Pasto | 938 | 1172.50 | 29 | 36.25 | 2.44 | 12.96 | 6.50 | 0.43 | 19.89 |
| 4 | *Aristida bipartita* | Tres barbas | 63 | 78.75 | 3 | 3.75 | 0.38 | 0.87 | 0.67 | 0.07 | 1.61 |
| 5 | *Avena longiglumis* | Avena | 3 | 3.75 | 1 | 1.25 | 0.11 | 0.04 | 0.22 | 0.02 | 0.29 |
| 6 | *Bidens bigelovii* | Aceitilla | 35 | 43.75 | 9 | 11.25 | 1.11 | 0.48 | 2.02 | 0.20 | 2.70 |
| 7 | *Bidens odorata* | Acahual blanco | 15 | 18.75 | 2 | 2.50 | 1.34 | 0.21 | 0.45 | 0.23 | 0.89 |
| 8 | *Bothriochloa laguroides* | Popotillo | 18 | 22.50 | 1 | 1.25 | 0.18 | 0.25 | 0.22 | 0.03 | 0.50 |
| 9 | *Bouteloua barbata* | Navajita | 85 | 106.25 | 2 | 2.50 | 0.09 | 1.17 | 0.45 | 0.02 | 1.64 |
| 10 | *Bouteloua uniflora* | Grama | 16 | 20.00 | 2 | 2.50 | 0.03 | 0.22 | 0.45 | 0.01 | 0.68 |
| 11 | *Buddleja sessiliflora* | Hierba de Tepozan | 174 | 217.50 | 11 | 13.75 | 2.39 | 2.40 | 2.47 | 0.42 | 5.29 |
| 12 | *Cenchrus longisetus* | Zacate africano plumoso | 4 | 5.00 | 1 | 1.25 | 0.01 | 0.06 | 0.22 | 0.00 | 0.28 |
| 13 | *Chloris barbata* | Pasto con dedos | 445 | 556.25 | 9 | 11.25 | 1.39 | 6.15 | 2.02 | 0.24 | 8.41 |
| 14 | *Chloris gayana* | Zacate de Rodas | 512 | 640.00 | 11 | 13.75 | 1.34 | 7.07 | 2.47 | 0.24 | 9.78 |
| 15 | *Chloris virgata* | Barbas de indio | 2291 | 2863.75 | 58 | 72.50 | 2.99 | **31.65** | **13.00** | 0.53 | 45.18 |
| 16 | *Cosmos bippinatus* | Girasol morado | 91 | 113.75 | 8 | 10.00 | 3.67 | 1.26 | 1.79 | 0.64 | 3.70 |
| 17 | *Crotalaria pumila* | Chipil | 4 | 5.00 | 2 | 2.50 | 0.03 | 0.06 | 0.45 | 0.01 | 0.51 |
| 18 | *Cuphea aequipetala* | Hierba del cáncer | 44 | 55.00 | 6 | 7.50 | 0.46 | 0.61 | 1.35 | 0.08 | 2.03 |
| 19 | *Cyclanthera dissecta* | Chayotillo | 2 | 2.50 | 2 | 2.50 | 0.00 | 0.03 | 0.45 | 0.00 | 0.48 |
| 20 | *Cynodon dactylon* | Gallitos | 361 | 451.25 | 7 | 8.75 | 1.03 | 4.99 | 1.57 | 0.18 | 6.74 |
| 21 | *Dalea foliolosa* | Almaraduz | 160 | 200.00 | 37 | 46.25 | 3.49 | 2.21 | 8.30 | 0.61 | 11.12 |
| 22 | *Dalea prostrata* | Escobilla | 6 | 7.50 | 2 | 2.50 | 0.18 | 0.08 | 0.45 | 0.03 | 0.56 |
| 23 | *Dichondra argentea* | Hierba Oreja de Ratón | 1 | 1.25 | 1 | 1.25 | 0.00 | 0.01 | 0.22 | 0.00 | 0.24 |
| 24 | *Dysphania botrys* | Biengranada | 5 | 6.25 | 1 | 1.25 | 0.20 | 0.07 | 0.22 | 0.04 | 0.33 |
| 25 | *Dyssodia papposa* | Flamenquilla | 92 | 115.00 | 20 | 25.00 | 11.58 | 1.27 | 4.48 | 2.03 | 7.79 |
| 26 | *Dyssodia pinnata* | Rosilla | 33 | 41.25 | 7 | 8.75 | 9.56 | 0.46 | 1.57 | 1.68 | 3.70 |
| 27 | *Eragrostis intermedia* | Zacate llanero | 105 | 131.25 | 8 | 10.00 | 0.93 | 1.45 | 1.79 | 0.16 | 3.41 |
| 28 | *Eruca sativa* | Arúgula del Mediterráneo | 168 | 210.00 | 22 | 27.50 | 4.39 | 2.32 | 4.93 | 0.77 | 8.03 |
| 29 | *Eruca vesicaria* | Rugula | 52 | 65.00 | 4 | 5.00 | 2.01 | 0.72 | 0.90 | 0.35 | 1.97 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Cobertura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | *Euphorbia davidii* | Lechetrezna | 64 | 80.00 | 19 | 23.75 | 0.47 | 0.88 | 4.26 | 0.08 | 5.23 |
| 31 | *Euphorbia nocens* | Leche María | 84 | 105.00 | 13 | 16.25 | 1.55 | 1.16 | 2.91 | 0.27 | 4.35 |
| 32 | *Glandularia bipinnatifida* | Alfombrilla de campo | 1 | 1.25 | 1 | 1.25 | 0.01 | 0.01 | 0.22 | 0.00 | 0.24 |
| 33 | *Gomphrena nitida* | Amor seco | 74 | 92.50 | 7 | 8.75 | 0.97 | 1.02 | 1.57 | 0.17 | 2.76 |
| 34 | *Ipomoea pubecens* | Trompillo | 60 | 75.00 | 13 | 16.25 | 0.34 | 0.83 | 2.91 | 0.06 | 3.80 |
| 35 | *Lysimachia arvensis* | Jabonera europea | 2 | 2.50 | 1 | 1.25 | 0.05 | 0.03 | 0.22 | 0.01 | 0.26 |
| 36 | *Melinis repens* | Pasto africano rosado | 5 | 6.25 | 2 | 2.50 | 0.18 | 0.07 | 0.45 | 0.03 | 0.55 |
| 37 | *Mirabilis viscosa* | Maravillita | 25 | 31.25 | 5 | 6.25 | 1.29 | 0.35 | 1.12 | 0.23 | 1.69 |
| 38 | *Parthenium hysterophorus* | Hierba del golpe | 34 | 42.50 | 7 | 8.75 | 2.20 | 0.47 | 1.57 | 0.39 | 2.43 |
| 39 | *Paspalum humboldtianum* | Pasto de corona del centro | 149 | 186.25 | 14 | 17.50 | 21.75 | 2.06 | 3.14 | 3.82 | 9.02 |
| 40 | *Physalis solanacea* | Tomate | 15 | 18.75 | 4 | 5.00 | 0.10 | 0.21 | 0.90 | 0.02 | 1.12 |
| 41 | *Physalis sp.* | Tomate | 2 | 2.50 | 1 | 1.25 | 0.01 | 0.03 | 0.22 | 0.00 | 0.25 |
| 42 | *Pinaropappus roseus* | Chipule | 22 | 27.50 | 2 | 2.50 | 2.15 | 0.30 | 0.45 | 0.38 | 1.13 |
| 43 | *Porophyllum linaria* | Chepiche | 8 | 10.00 | 1 | 1.25 | 0.18 | 0.11 | 0.22 | 0.03 | 0.37 |
| 44 | *Proboscidea louisianica* | Toritos | 21 | 26.25 | 2 | 2.50 | 0.25 | 0.29 | 0.45 | 0.04 | 0.78 |
| 45 | *Pseudognaphalium luteoalbum* | Gordolobo algodonoso | 14 | 17.50 | 3 | 3.75 | 0.08 | 0.19 | 0.67 | 0.01 | 0.88 |
| 46 | *Sanvitalia angustifolia* | Cartamillo | 5 | 6.25 | 1 | 1.25 | 0.25 | 0.07 | 0.22 | 0.04 | 0.34 |
| 47 | *Sanvitalia procumbens* | Ojo de gallo | 382 | 477.50 | 37 | 46.25 | 3.23 | 5.28 | 8.30 | 0.57 | 14.14 |
| 48 | *Setaria adhaerens* | Cadillo | 199 | 248.75 | 13 | 16.25 | 173.91 | 2.75 | 2.91 | 30.54 | 36.21 |
| 49 | *Setaria macrostachya* | Pajita tempranera | 96 | 120.00 | 5 | 6.25 | 1.21 | 1.33 | 1.12 | 0.21 | 2.66 |
| 50 | *Sphaeralcea angustifolia* | Cordón | 9 | 11.25 | 2 | 2.50 | 0.58 | 0.12 | 0.45 | 0.10 | 0.67 |
| 51 | *Stevia serrata* | Burrillo | 1 | 1.25 | 1 | 1.25 | 0.02 | 0.01 | 0.22 | 0.00 | 0.24 |
| 52 | *Xanthium orientale* | Bardana | 2 | 2.50 | 2 | 2.50 | 0.07 | 0.03 | 0.45 | 0.01 | 0.49 |
| **Total** | | | **7238** | **9047.50** | **446** | **557.50** | **569** | **100** | **100** | **100** | **300** |

El estrato herbáceo registra en muestra 52 especies en el AP, siendo *Adenophyllum cancellatum* (Alcanfor) la que muestra el valor más alto dentro del índice en razón de una mayor superficie de cobertura sumada. Por otro lado, *Chloris virgata* (Barbas de indio) presentó una mayor cantidad de individuos registrados y mayor frecuencia de apariciones por unidad levantada. Otras especies con valores importantes dentro de este estrato son *Setaria adhaerens* (Cadillo), *Aristida adscensionis* (Pasto), *Sanvitalia procumbens* (Ojo de gallo) y *Dalea foliolosa* (Almaraduz).

- Cactáceas

***Tabla 77: Índice de Valor de Importancia de cactáceas en el AP.***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Altura | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Cylindropuntia imbricata* | Cholla | 19 | 0.05 | 6 | 7.50 | 2550 | 9.13 | 12.77 | 4.07 | 25.98 |
| 2 | *Opuntia hyptiacantha* | Nopal cascarón | 62 | 0.16 | 10 | 12.50 | 19365 | **29.81** | 21.28 | **30.94** | **82.03** |
| 3 | *Opuntia lasiacantha* | Nopal de cerro | 45 | 0.11 | 13 | 16.25 | 14568 | 21.63 | **27.66** | 23.28 | 72.57 |
| 4 | *Opuntia robusta* | Nopal camueso | 45 | 0.11 | 9 | 11.25 | 12095 | 21.63 | 19.15 | 19.33 | 60.11 |
| 5 | *Opuntia streptacantha* | Nopal cardón | 37 | 0.09 | 9 | 11.25 | 14005 | 17.79 | 19.15 | 22.38 | 59.32 |
| **Total** | | | **208** | **0.52** | **47** | **58.75** | **62583** | **100** | **100** | **100** | **300** |

Por último, el grupo compuesto por las cactáceas acumuló en muestra 5 especies, de ellas *Opuntia hyptiacantha* (Nopal cascarón) presentó el mayor valor para el índice debido a sus valores altos de dominancia y densidad debido a la gran cantidad de individuos registrados. Sin embargo, *Opuntia lasiacantha* (Nopal de cerro) fue la especie con la mayor frecuencia de aparición en las unidades muestreadas.

Consulta Pública

*Abundancia relativa*

***Tabla 78: Abundancia relativa de las especies vegetales en el AP.***

| Nombre **Científico** | **Nombre Común** | **Número de individuos registrados** | **Abundancia relativa = Densidad relativa** |
|---|---|---|---|
| *Chloris virgata* | Barbas de indio | 2291 | 16.34 |
| *Tithonia tubaeformis* | Gigantón | 1712 | 12.21 |
| *Vachellia schaffneri* | Huizache prieto | 1016 | 7.25 |
| *Aristida adscensionis* | Pasto | 938 | 6.69 |
| *Neltuma laevigata* | Mezquite | 851 | 6.07 |
| *Verbesina serrata* | Vara blanca | 626 | 4.46 |
| *Salvia reflexa* | Salvia de menta | 620 | 4.42 |
| *Chloris gayana* | Zacate de Rodas | 512 | 3.65 |
| *Salvia tiliifolia* | Salvia hoja de tilo | 470 | 3.35 |
| *Chloris barbata* | Pasto con dedos | 445 | 3.17 |
| *Aldama linearis* | Acahual | 411 | 2.93 |
| *Sanvitalia procumbens* | Ojo de gallo | 382 | 2.72 |
| *Cynodon dactylon* | Gallitos | 361 | 2.57 |
| *Adenophyllum cancellatum* | Alcanfor | 228 | 1.63 |
| *Setaria adhaerens* | Cadillo | 199 | 1.42 |
| *Verbesina sphaerocephala* | Vara de agua | 177 | 1.26 |
| *Zinnia peruviana* | Gallito de monte | 175 | 1.25 |
| *Buddleja sessiliflora* | Hierba de Tepozan | 174 | 1.24 |
| *Eruca sativa* | Arúgula del Mediterráneo | 168 | 1.20 |
| *Dalea foliolosa* | Almaraduz | 160 | 1.14 |
| *Paspalum humboldtianum* | Pasto de corona del centro | 149 | 1.06 |
| *Eragrostis intermedia* | Zacate llanero | 105 | 0.75 |
| *Setaria macrostachya* | Pajita tempranera | 96 | 0.68 |
| *Dyssodia papposa* | Flamenquilla | 92 | 0.66 |
| *Cosmos bippinatus* | Girasol morado | 91 | 0.65 |
| *Vachellia farnesiana* | Huizache | 86 | 0.61 |
| *Bouteloua barbata* | Navajita | 85 | 0.61 |
| *Agave americana* | Maguey blanco | 84 | 0.60 |
| *Euphorbia nocens* | Leche María | 84 | 0.60 |
| *Gomphrena nitida* | Amor seco | 74 | 0.53 |
| *Zaluzania augusta* | Hierba blanca | 70 | 0.50 |
| *Euphorbia davidii* | Lechetrezna | 64 | 0.46 |
| *Aristida bipartita* | Tres barbas | 63 | 0.45 |
| *Opuntia hyptiacantha* | Nopal cascarón | 62 | 0.44 |

Consulta Pública

| Nombre **Científico** | **Nombre Común** | **Número de individuos registrados** | **Abundancia relativa = Densidad relativa** |
|---|---|---|---|
| *Jatropha dioica* | Sangre de drago | 61 | 0.44 |
| *Ipomoea pubecens* | Trompillo | 60 | 0.43 |
| *Eruca vesicaria* | Rugula | 52 | 0.37 |
| *Opuntia lasiacantha* | Nopal de cerro | 45 | 0.32 |
| *Opuntia robusta* | Nopal camueso | 45 | 0.32 |
| *Stevia satureiifolium* | Burrillo | 45 | 0.32 |
| *Cuphea aequipetala* | Hierba del cáncer | 44 | 0.31 |
| *Dalea bicolor* | Engordacabra | 44 | 0.31 |
| *Simsia amplexicaulis* | Acahual | 41 | 0.29 |
| *Opuntia streptacantha* | Nopal cardón | 37 | 0.26 |
| *Bidens bigelovii* | Aceitilla | 35 | 0.25 |
| *Parthenium hysterophorus* | Hierba del golpe | 34 | 0.24 |
| *Dyssodia pinnata* | Rosilla | 33 | 0.24 |
| *Mirabilis viscosa* | Maravillita | 25 | 0.18 |
| *Eysenhardtia polystachya* | Palo azul | 23 | 0.16 |
| *Pinaropappus roseus* | Chipule | 22 | 0.16 |
| *Proboscidea louisianica* | Toritos | 21 | 0.15 |
| *Gymnosperma glutinosum* | Tatalencho | 20 | 0.14 |
| *Cylindropuntia imbricata* | Cholla | 19 | 0.14 |
| *Bothriochloa laguroides* | Popotillo | 18 | 0.13 |
| *Bouteloua uniflora* | Grama | 16 | 0.11 |
| *Mentzelia hispida* | Zazálic | 16 | 0.11 |
| *Bidens odorata* | Acahual blanco | 15 | 0.11 |
| *Physalis solanacea* | Tomate | 15 | 0.11 |
| *Pseudognaphalium luteoalbum* | Gordolobo algodonoso | 14 | 0.10 |
| *Amaranthus powellii* | Amaranto | 13 | 0.09 |
| *Baccharis sp.* | Escobilla | 12 | 0.09 |
| *Sphaeralcea angustifolia* | Cordón | 9 | 0.06 |
| *Porophyllum linaria* | Chepiche | 8 | 0.06 |
| *Dalea prostrata* | Escobilla | 6 | 0.04 |
| *Dysphania incisa* | Epazote de monte | 6 | 0.04 |
| *Dysphania botrys* | Biengranada | 5 | 0.04 |
| *Melinis repens* | Pasto africano rosado | 5 | 0.04 |
| *Sanvitalia angustifolia* | Cartamillo | 5 | 0.04 |
| *Cenchrus longisetus* | Zacate africano plumoso | 4 | 0.03 |
| *Crotalaria pumila* | Chipil | 4 | 0.03 |
| *Asclepias linaria* | Pinillo | 3 | 0.02 |

Consulta Pública

| Nombre **Científico** | **Nombre Común** | **Número de individuos registrados** | **Abundancia relativa = Densidad relativa** |
|---|---|---|---|
| *Avena longiglumis* | Avena | 3 | 0.02 |
| *Cyclanthera dissecta* | Chayotillo | 2 | 0.01 |
| *Lysimachia arvensis* | Jabonera europea | 2 | 0.01 |
| *Mandevilla foliosa* | Hierba de la cucaracha | 2 | 0.01 |
| *Physalis sp.* | Tomate | 2 | 0.01 |
| *Quercus grisea.* | Encino gris | 2 | 0.01 |
| *Xanthium orientale* | Bardana | 2 | 0.01 |
| *Brickellia veronicifolia* | Estrellita | 1 | 0.01 |
| *Dichondra argentea* | Hierba Oreja de Ratón | 1 | 0.01 |
| *Euphorbia milii* | Corona de Cristo | 1 | 0.01 |
| *Glandularia bipinnatifida* | Alfombrilla de campo | 1 | 0.01 |
| *Schinus molle* | Pirul | 1 | 0.01 |
| *Stevia serrata* | Burrillo | 1 | 0.01 |
| **Total** | | **14022** | **100** |

Los valores más altos dentro del AP coinciden principalmente con las especies anteriormente mencionadas para el índice de valor de importancia en los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y en menor manera el estrato arbóreo. Adicionalmente, *Chloris virgata* (Barbas de indio), *Chloris gayana* (Zacate de rodas), *Cyodon dactylon* (Gallitos) y *Setaria adherens* (Cadillo) resaltan también como especies importantes de manera local.

*Índices de riqueza, diversidad y equitatividad*

- Arbóreas

***Tabla 79: Índices para el estrato arbóreo en el AP.***

| **Índices Arbóreas** | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 0.40 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.09 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.50 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 0.70 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.51 |

Consulta Pública

- Arbustivas

***Tabla 80: Índices para el estrato arbustivo en el AP.***

| Índices Arbustivas | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 2.60 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.33 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.81 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 2.09 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.67 |

- Herbáceas

***Tabla 81: Índices para el estrato herbáceo en el AP.***

| Índices Herbáceas | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 5.74 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.61 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.86 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 2.68 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.68 |

- Cactáceas

***Tabla 82: Índices para cactáceas en el AP.***

| Índices Cactáceas | |
|---|---|
| **Índice de Margalef** | |
| *Dmg* | 0.75 |
| **Índice de Menhinick** | |
| *Dmn* | 0.34 |
| **Índice de Simpson** | |
| *1-Dsi* | 0.78 |
| **Índice de Shannon-Weaver(%)** | |
| *H'* | 1.55 |
| **Índice de Pielou** | |
| *J'* | 0.96 |

Consulta Pública

De acuerdo con los valores anteriores, el estrato arbóreo del AP posee una diversidad específica media con una dominancia medianamente significative, en este sentido los índices de diversidad proyectan valores no importantes con una distribución de organismos algo equitativa para este estrato. El estrato arbustivo presenta una diversidad específica media, no obstante, la dominancia muestra una distribución de organismos por especie muy desequilibrada. Las herbáceas muestran una diversidad alta con una dominancia medianamente equilibrada, sin embargo, la distribución de organismos entre la riqueza encontrada sigue mostrando una tendencia al dominio de unas pocas especies. Por último, el grupo de las cactáceas muestra una diversidad media con una alta equitatividad.

#### *4.4.1.3.4 Índices de similitud*

La presentación de las siguientes cifras, correspondientes a los índices de similitud, proyecta la generación de tablas comparativas con fin de distinguir la relación-disimilitud de cada comunidad, estrato y ensamble general. Las abreviaturas utilizadas en las siguientes tablas corresponden a las siguientes:

***Tabla 83: Abreviaturas de ensambles***.

| Abreviatura | Nombre completo |
|---|---|
| ASAR | Arbóreas de del SAR |
| ArSAR | Arbustivas del SAR |
| CSAR | Cactáceas del SAR |
| HSAR | Herbáceas del SAR |
| GSAR | General del SAR |
| AAIP | Arbóreas de del AIP |
| ArAIP | Arbustivas del AIP |
| CAIP | Cactáceas del AIP |
| HAIP | Herbáceas del AIP |
| GAIP | General del AIP |
| AAP | Arbóreas de del AP |
| ArAP | Arbustivas del AP |
| CAP | Cactáceas del AP |
| HAP | Herbáceas del AP |
| GAP | General del AP |

Consulta Pública

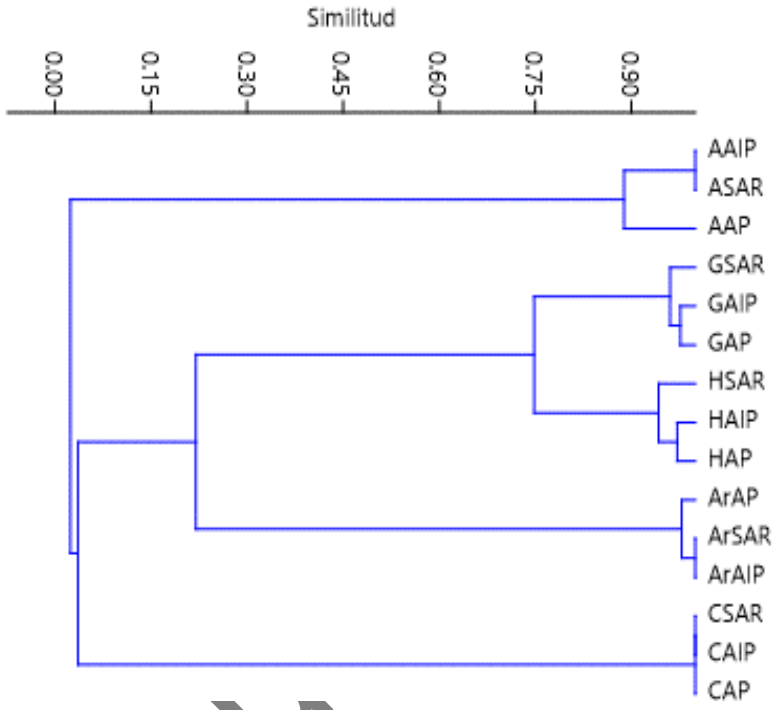
*Índice de Sørensen-Dice*

***Tabla 84: Índice de Sørensen-Dice para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP.***

| Ensamble | ASAR | ArSAR | HSAR | CSAR | GSAR | AAIP | ArAIP | HAIP | CAIP | GAIP | AAP | ArAP | HAP | CAP | GAP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ASAR | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 |
| ArSAR | 0.00 | 1.00 | 0.02 | 0.00 | 0.41 | 0.00 | 1.00 | 0.03 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 0.98 | 0.03 | 0.00 | 0.44 |
| HSAR | 0.00 | 0.02 | 1.00 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 0.02 | 0.96 | 0.00 | 0.74 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 0.00 | 0.72 |
| CSAR | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.11 |
| GSAR | 0.10 | 0.41 | 0.78 | 0.10 | 1.00 | 0.10 | 0.41 | 0.74 | 0.10 | 0.97 | 0.08 | 0.40 | 0.72 | 0.10 | 0.95 |
| AAIP | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 |
| ArAIP | 0.00 | 1.00 | 0.02 | 0.00 | 0.41 | 0.00 | 1.00 | 0.03 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 0.98 | 0.03 | 0.00 | 0.44 |
| HAIP | 0.00 | 0.03 | 0.96 | 0.00 | 0.74 | 0.00 | 0.03 | 1.00 | 0.00 | 0.77 | 0.00 | 0.00 | 0.97 | 0.00 | 0.75 |
| CAIP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.11 |
| GAIP | 0.11 | 0.43 | 0.74 | 0.11 | 0.97 | 0.11 | 0.43 | 0.77 | 0.11 | 1.00 | 0.09 | 0.41 | 0.74 | 0.11 | 0.98 |
| AAP | 0.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 |
| ArAP | 0.00 | 0.98 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 0.98 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 |
| HAP | 0.00 | 0.03 | 0.93 | 0.00 | 0.72 | 0.00 | 0.03 | 0.97 | 0.00 | 0.74 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.76 |
| CAP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.11 |
| GAP | 0.09 | 0.44 | 0.72 | 0.11 | 0.95 | 0.09 | 0.44 | 0.75 | 0.11 | 0.98 | 0.09 | 0.43 | 0.76 | 0.11 | 1.00 |

Consulta Pública

***Figura 48: Dendrograma del índice de Sørensen -Dice para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP.***




Consulta

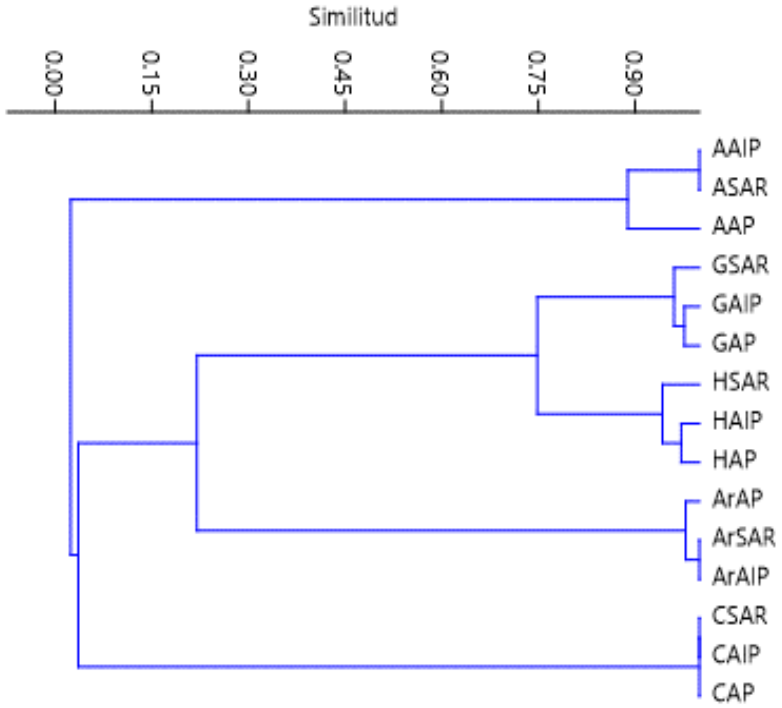
*Índice de Jaccard*

***Tabla 85: Índice de Jaccard para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP.***

| Ensamble | ASAR | ArSAR | HSAR | CSAR | GSAR | AAIP | ArAIP | HAIP | CAIP | GAIP | AAP | ArAP | HAP | CAP | GAP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ASAR | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 |
| ArSAR | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 0.00 | 0.27 | 0.00 | 0.96 | 0.01 | 0.00 | 0.29 |
| HSAR | 0.00 | 0.01 | 1.00 | 0.00 | 0.65 | 0.00 | 0.01 | 0.92 | 0.00 | 0.59 | 0.00 | 0.00 | 0.87 | 0.00 | 0.57 |
| CSAR | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.06 |
| GSAR | 0.05 | 0.26 | 0.65 | 0.05 | 1.00 | 0.05 | 0.26 | 0.59 | 0.05 | 0.95 | 0.04 | 0.25 | 0.56 | 0.05 | 0.90 |
| AAIP | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 |
| ArAIP | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 0.00 | 0.27 | 0.00 | 0.96 | 0.01 | 0.00 | 0.29 |
| HAIP | 0.00 | 0.01 | 0.92 | 0.00 | 0.59 | 0.00 | 0.01 | 1.00 | 0.00 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 0.95 | 0.00 | 0.60 |
| CAIP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.06 |
| GAIP | 0.06 | 0.27 | 0.59 | 0.06 | 0.95 | 0.06 | 0.27 | 0.63 | 0.06 | 1.00 | 0.05 | 0.26 | 0.59 | 0.06 | 0.95 |
| AAP | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 |
| ArAP | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.27 |
| HAP | 0.00 | 0.01 | 0.87 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 0.01 | 0.95 | 0.00 | 0.59 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.62 |
| CAP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.06 |
| GAP | 0.05 | 0.29 | 0.57 | 0.06 | 0.90 | 0.05 | 0.29 | 0.60 | 0.06 | 0.95 | 0.05 | 0.27 | 0.62 | 0.06 | 1.00 |

Consulta Pública

***Figura 49: Dendrograma del índice de Jaccard para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP.***




Consulta

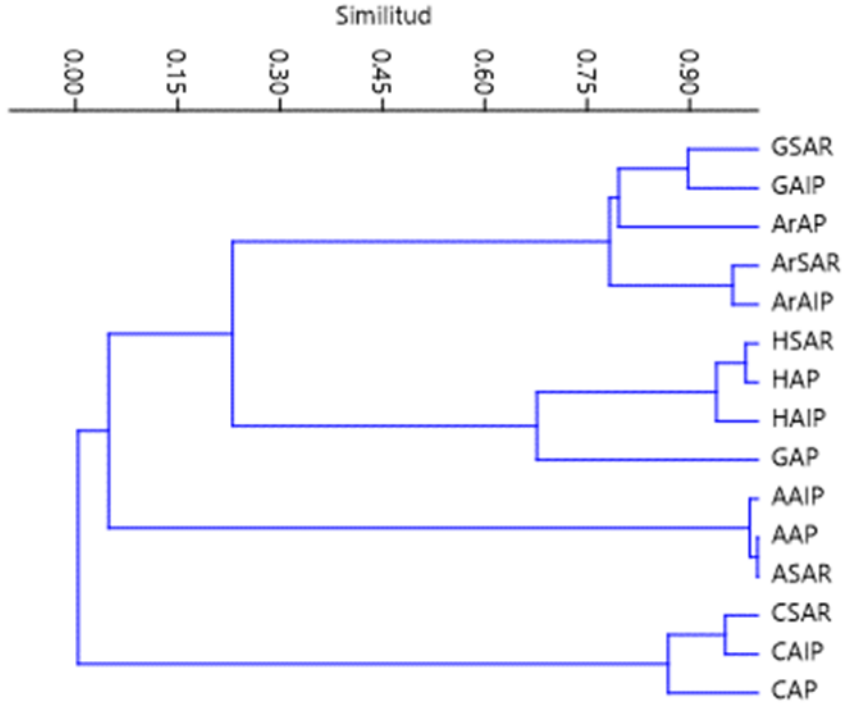
*Índice de Morisita*

***Tabla 86: Índice de Morisita para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP.***

| Ensamble | ASAR | ArSAR | HSAR | CSAR | GSAR | AAIP | ArAIP | HAIP | CAIP | GAIP | AAP | ArAP | HAP | CAP | GAP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ASAR | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.24 |
| ArSAR | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 0.00 | 0.92 | 0.00 | 0.86 | 0.00 | 0.00 | 0.36 |
| HSAR | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.45 | 0.00 | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 0.98 | 0.00 | 0.69 |
| CSAR | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.95 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.85 | 0.02 |
| GSAR | 0.15 | 0.73 | 0.45 | 0.02 | 1.00 | 0.14 | 0.62 | 0.44 | 0.02 | 0.90 | 0.15 | 0.77 | 0.44 | 0.02 | 0.82 |
| AAIP | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.23 |
| ArAIP | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 0.00 | 0.62 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.85 | 0.00 | 0.72 | 0.00 | 0.00 | 0.28 |
| HAIP | 0.00 | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 0.44 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.26 | 0.00 | 0.00 | 0.92 | 0.00 | 0.64 |
| CAIP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.95 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.89 | 0.02 |
| GAIP | 0.06 | 0.92 | 0.25 | 0.01 | 0.90 | 0.06 | 0.85 | 0.26 | 0.01 | 1.00 | 0.06 | 0.82 | 0.24 | 0.01 | 0.56 |
| AAP | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.24 |
| ArAP | 0.00 | 0.86 | 0.00 | 0.00 | 0.77 | 0.00 | 0.72 | 0.00 | 0.00 | 0.82 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 |
| HAP | 0.00 | 0.00 | 0.98 | 0.00 | 0.44 | 0.00 | 0.00 | 0.92 | 0.00 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.69 |
| CAP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.85 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.89 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.02 |
| GAP | 0.24 | 0.36 | 0.69 | 0.02 | 0.82 | 0.23 | 0.28 | 0.64 | 0.02 | 0.56 | 0.24 | 0.50 | 0.69 | 0.02 | 1.00 |

Consulta Pública

***Figura 50: Dendrograma del índice de Morisita para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP.***




Consu

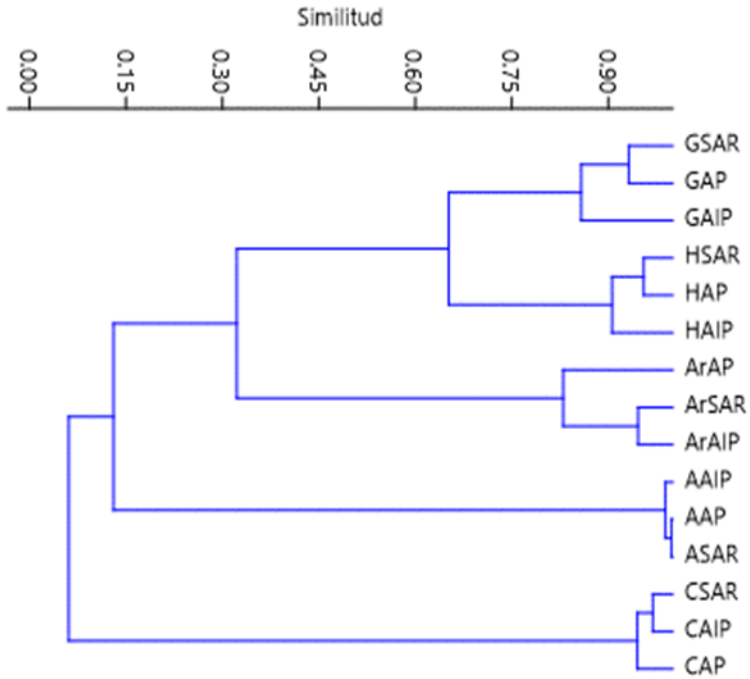
*Índice de Horn*

***Tabla 87: Índice de Horn para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP.***

| Ensamble | ASAR | ArSAR | HSAR | CSAR | GSAR | AAIP | ArAIP | HAIP | CAIP | GAIP | AAP | ArAP | HAP | CAP | GAP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ASAR | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.27 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 |
| ArSAR | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 0.95 | 0.01 | 0.00 | 0.75 | 0.00 | 0.92 | 0.01 | 0.00 | 0.51 |
| HSAR | 0.00 | 0.01 | 1.00 | 0.00 | 0.68 | 0.00 | 0.01 | 0.93 | 0.00 | 0.59 | 0.00 | 0.00 | 0.96 | 0.00 | 0.68 |
| CSAR | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.97 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.95 | 0.21 |
| GSAR | 0.40 | 0.71 | 0.68 | 0.26 | 1.00 | 0.46 | 0.66 | 0.65 | 0.33 | 0.93 | 0.42 | 0.69 | 0.68 | 0.29 | 0.93 |
| AAIP | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.46 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.49 |
| ArAIP | 0.00 | 0.95 | 0.01 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 0.74 | 0.01 | 0.00 | 0.41 |
| HAIP | 0.00 | 0.01 | 0.93 | 0.00 | 0.65 | 0.00 | 0.01 | 1.00 | 0.00 | 0.64 | 0.00 | 0.00 | 0.88 | 0.00 | 0.64 |
| CAIP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.97 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.94 | 0.29 |
| GAIP | 0.27 | 0.75 | 0.59 | 0.15 | 0.93 | 0.33 | 0.78 | 0.64 | 0.22 | 1.00 | 0.28 | 0.61 | 0.58 | 0.17 | 0.79 |
| AAP | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.42 | 0.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.28 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.45 |
| ArAP | 0.00 | 0.92 | 0.00 | 0.00 | 0.69 | 0.00 | 0.74 | 0.00 | 0.00 | 0.61 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.62 |
| HAP | 0.00 | 0.01 | 0.96 | 0.00 | 0.68 | 0.00 | 0.01 | 0.88 | 0.00 | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.74 |
| CAP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.95 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.94 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.27 |
| GAP | 0.43 | 0.51 | 0.68 | 0.21 | 0.93 | 0.49 | 0.41 | 0.64 | 0.29 | 0.79 | 0.45 | 0.62 | 0.74 | 0.27 | 1.00 |

Consulta Pública

***Figura 51: Dendrograma del índice de Horn para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP.***




De acuerdo con los datos anteriores, los índices de Sørensen-Dice, Jaccard, Morisita y Horn señalan que los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y el correspondiente a las cactáceas representan un continuo a lo largo del SAR, AIP y AP. Asimismo, resulta interesante la cercanía del estrato herbáceo con los ensambles generales, lo que indica la predominancia de este sobre los demás estratos.

Los índices de Sørensen-Dice y Jaccard reflejan que las similitudes se agrupan por superficies contiguas, esto es, la vegetación del AP es más cercana a la del AIP y consecutivamente la presente en el AP y AIP a la del SAR en cuanto a la riqueza total de especies.

Consulta

#### *4.4.1.4 Síntesis de la vegetación y flora en el SAR, AIP y AP*

Conforme a la visita de campo y el levantamiento de las muestras en el SAR, AIP y AP se identificó un uso de suelo concerniente a **Asociación de arvenses** y **Mezquital-Huizachal** en proporciones muy similares. Además, se determina la presencia de parcelas de **Agricultura**. En cuanto a la Asociación de arvenses se encontraron especies adaptadas a la perturbación, de las cuáles, las más importantes fueron *Aldama linearis* (Acahual), *Aristida adscensionis* (Pasto), *Cynodon dactylon* (Gallitos), *Chloris barbata* (Pasto con dedos), *C. gayana* (Zacate de Rodas), *C. virgata* (Barbas de indio), *Paspalum humboldtianum* (Pasto de corona del centro), *Salvia reflexa* (Salvia de menta), *S. tiliifolia* (Salvia hoja de tilo), *Simsia amplexicaulis* (Acahual), *Tithonia tubaeformis* (Gigantón), *Verbesina serrata* (Vara blanca), entre otras. Por otro lado, el Mezquital-Huizachal se trata de una comunidad vegetal secundaria, estable, distribuida manera de parches diseminados a lo largo de la región, siendo las especies representativas aquellas pertenecientes a los géneros *Neltuma* y *Vachellia.* Estas conforman una comunidad poco densa de árboles y arbustos. Específicamente, *Neltuma laevigata* se presenta en este estudio como la especie arbórea más dominante.

El análisis de resultados muestra la presencia de cuatro habitos o estratos en las tres áreas: **arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceas**. De estos, el estrato herbáceo resultó el dominante de acuerdo con los índices de similitud, debido a su mayor riqueza de especies y valores de abundancia. Por su parte, los índices de diversidad señalan que los estratos de árboles, arbustos y cactáceas son medianamente a poco diversos y con una baja equitatividad. La mayoría de las especies dominantes dentro del estrato herbáceo corresponden a malezas beneficiadas por el disturbio, lo cual refleja el **gran impacto de la perturbación sobre la comunidad vegetal dentro del SAR, AIP y AP**.

Por último, es importante mencionar aquí que la propuesta de construcción del Proyecto no compromete la integridad de la diversidad taxonómica y estructural de la vegetación analizada en el SAR y AIP, toda vez que todas las especies y tipos de vegetación registrados dentro del AP, se encuentran también representados fuera de los límites del AP, adicionalmente se contempla la aplicación de un programa de reforestación así como, el programa de rescate y reubicación de especies vegetales nativas dentro de las áreas que serán solicitadas a CUS.

***Tabla 88: Comparación de índices entre el SAR, AIP y AP.***

| Síntesis de datos de Vegetación y Flora | | | |
|---|---|---|---|
| | **SAR** | **AIP** | **AP** |
| No. de muestreos | 119 | 91 | 80 |
| No. de individuos | 24884 | 24726 | 14022 |
| No. de familias | 26 | 25 | 23 |
| No. de géneros | 68 | 66 | 62 |
| No. de especies | 93 | 88 | 84 |
| No. de especies protegidas | 19 | 19 | 18 |

Consulta Pública

| Síntesis de datos de Vegetación y Flora | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SAR | | AIP | | AP | |
| **Índice de Valor de Importancia** | | | | | | |
| **Estrato** | **Especie** | **Valor** | **Especie** | **Valor** | **Especie** | **Valor** |
| Arbóreas | *Neltuma laevigata* | 165.32 | *Neltuma laevigata* | 128.72 | *Neltuma laevigata* | 183.21 |
| Arbustivas | *Tithonia tubaeformis* | 107.65 | *Tithonia tubaeformis* | 162.29 | *Tithonia tubaeformis* | 75.48 |
| Herbáceas | *Adenophyllum cancellatum* | 58.88 | *Adenophyllum cancellatum* | 56.07 | *Adenophyllum cancellatum* | 61.81 |
| Cactáceas | *Opuntia lasiacantha* | 108.49 | *Opuntia lasiacantha* | 117.35 | *Opuntia hyptiacantha* | 82.03 |
| **Índice de Margalef** | | | | | | |
| Arbóreas | 0.52 | | 0.57 | | 0.40 | |
| Arbustivas | 2.46 | | 2.40 | | 2.60 | |
| Herbáceas | 6.36 | | 5.92 | | 5.74 | |
| Cactáceas | 0.68 | | 0.83 | | 0.75 | |
| **Índice de Menhinick** | | | | | | |
| Arbóreas | 0.10 | | 0.15 | | 0.09 | |
| Arbustivas | 0.22 | | 0.19 | | 0.33 | |
| Herbáceas | 0.57 | | 0.57 | | 0.61 | |
| Cactáceas | 0.26 | | 0.44 | | 0.34 | |
| **Índice de diversidad de Simpson** | | | | | | |
| Arbóreas | 0.50 | | 0.49 | | 0.50 | |
| Arbustivas | 0.60 | | 0.36 | | 0.81 | |
| Herbáceas | 0.87 | | 0.87 | | 0.86 | |
| Cactáceas | 0.70 | | 0.70 | | 0.78 | |
| **Índice de Shannon-Weaver (%)** | | | | | | |
| Arbóreas | 0.73 | | 0.77 | | 0.70 | |
| Arbustivas | 1.56 | | 0.89 | | 2.09 | |
| Herbáceas | 2.78 | | 2.67 | | 2.68 | |
| Cactáceas | 1.39 | | 1.34 | | 1.55 | |
| **Índice de Pielou** | | | | | | |
| Arbóreas | 0.45 | | 0.48 | | 0.51 | |
| Arbustivas | 0.49 | | 0.28 | | 0.67 | |
| Herbáceas | 0.68 | | 0.67 | | 0.68 | |
| Cactáceas | 0.86 | | 0.83 | | 0.96 | |

Consulta Pública

### 4.4.2 Fauna

#### *4.4.2.1 Introducción*

Los vertebrados terrestres son considerados como todos aquellos tetrápodos que habitan ecosistemas no acuáticos (Long & Gordon 2004), las clases que constituyen este grupo corresponden a mamíferos, aves, reptiles y anfibios. México posee una amplia riqueza de vertebrados terrestres, la cual suma un aproximado de entre 2,950 a 2,930 especies en el país, de ellas un 34% son endémicas al territorio mexicano (Flores-Villela & García-Vázquez 2014; Navarro-Sigüenza *et al.* 2014; Parra-Olea *et al.* 2014; Sánchez-Cordero *et al.* 2014). Se estima que el 5.23% de las especies de anfibios, el 8.7% de reptiles, el 11% de aves y el 10% de mamíferos del mundo están presentes en el país.

Como se mencionó en el apartado de Vegetación y Flora, en México se conocen 14 provincias biogeográficas (Escalante 2009; Morrone 2005, 2019; Morrone *et al.* 1999, 2002, 2017), agrupadas en cuatro regiones y estas a su vez relacionadas en forma no del todo discreta con dos reinos, Neártico y Neotropical. Una de estas 14 provincias es la Provincia del Desierto Chihuahuense, que se sitúa en el Altiplano Mexicano. La altitud del Desierto Chihuahuense varía entre los 1,000 y los 2,000m.

La fauna como un recurso natural, además de jugar un importante rol en la relación e interacción de los distintos ecosistemas, posee valores que agregan importancia a su conservación, tales como el estético, recreativo, social, económico, comercial y cinegético entre otros. En este sentido, el estudio ecológico de la fauna representa una aproximación conceptual y metodológica muy útil para manejo (aprovechamiento, conservación y control) de la fauna silvestre (Gallina-Tessaro & López-González 2011).

Es así que el propósito de este apartado es coadyuvar a la identificación de impactos y medidas de mitigación del proyecto a través de la determinación, cuantificación y comparación de la fauna presente en el SAR, AIP y AP, señalando sus parámetros cuantitativos a través de índices ecológicos, de diversidad, y su similitud a través de índices cuantitativos y cualitativos utilizando herramientas de análisis digital, literatura local y datos recabados a partir del trabajo de campo y esfuerzo físico en la superficie del SAR, AIP y AP.

##### *4.4.2.1.1 Metodología*

###### *4.4.2.1.1.1 Fauna potencial*

La estimación de las áreas reales y potenciales de distribución de especies a través de modelos de nichos ecológicos se ha convertido en un campo de investigación muy activo (Soberón & Nakamura 2009). Esta herramienta parte en el hecho de que, dentro de una comunidad, cada especie tiene un lugar propio en el espacio y tiempo que puede representarse en un mapa. La distribución espacial de las especies no es aleatoria, sino que obedece al intervalo o capacidad de tolerancia que cada especie tiene a factores ambientales como altitud, posición topográfica, temperatura, humedad y precipitación que se conoce como amplitud ecológica. En este sentido, la fauna potencial representa la

Consulta Pública

probabilidad de encontrar especies en áreas que presentan condiciones ambientales similares a los sitios donde se encuentran.

Para la elaboración de la fauna potencial se utilizó la información recabada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad para vertebrados terrestres (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO 2021a; b; c; d), dentro de ella, se estima que han sido elaborados mapas de distribución potencial para poco más del 90% de especies de mamíferos, 90% de aves, 45% de reptiles y 90% de anfibios presentes en el país.

#### *4.4.2.1.1.2 Corredor biológico*

Los corredores son áreas, generalmente alargadas, que conectan dos o más regiones. Pueden ser franjas estrechas de vegetación, bosques ribereños, túneles por debajo de carreteras, plantaciones, vegetación remanente o grandes extensiones de bosques naturales. El requisito indispensable es que mantengan la conectividad entre los extremos para evitar el aislamiento de las poblaciones (CONABIO n.d.).

Para la elaboración del corredor biológico se utilizó la imagen satelital en el programa Google earth, identificando las áreas a conectar con la ayuda de la capa “Áreas Naturales Protegidas”, analizando las coberturas vegetales y usos de suelo se traza el corredor priorizando áreas que puedan ofrecer a la fauna recursos y protección.

#### *4.4.2.1.1.3 Ruta migratoria*

México es un país clave en las rutas migratorias de aves, sirviendo como un importante corredor para numerosas especies que se desplazan entre América del Norte y América del Sur. Existe información varia acerca del nombre de las rutas migratorias, aunque todas coinciden con el número de rutas que pasan por el país.

De manera general en Norteamérica se reconocen cuatro rutas migratorias principales(Berlanga & Rodríguez n.d.):

- La ruta del Pacífico: Esta ruta sigue la costa occidental de México y es crucial para muchas especies que migran a lo largo del litoral del Pacífico. Aves marinas y acuáticas, así como algunas especies de rapaces, utilizan esta ruta para desplazarse hacia el sur durante el otoño y hacia el norte durante la primavera. La diversidad de ecosistemas costeros, como manglares y humedales, proporciona refugio y alimento a las aves migratorias.
- La ruta del Centro: También conocida como la "Ruta Mesoamericana", atraviesa el centro de México y es seguida por una gran diversidad de especies, incluidas aves rapaces, passeriformes y colibríes. La ruta cruza importantes corredores biológicos como la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental, proporcionando diversos hábitats y recursos a lo largo del camino.
- La ruta del Mississipi: Esta ruta es especialmente importante para aves que migran a través de la región central de México, aprovechando la cadena de volcanes y montañas conocida como la Faja Volcánica Transmexicana. Las aves utilizan estos

Consulta Pública

corredores montañosos para encontrar pasos seguros y recursos en su travesía hacia el sur.

- La ruta del Atlántico: Esta ruta sigue la costa del Golfo de México y es utilizada por numerosas aves que migran a través de la región oriental de América del Norte. Es una de las rutas más importantes debido a la gran cantidad de aves costeras y acuáticas, como los playeros y las gaviotas, que la utilizan para desplazarse desde sus áreas de reproducción en Canadá y Estados Unidos hacia sus zonas de invernada en Centro y Sudamérica.

Adicionalmente, dentro de la ruta del Atlántico se incluye la ruta que va de Estados Unidos a Sudamerica (Anon 2020), que sigue las regiones orientales del continente americano, desde el mar de Labrador hasta los Apalaches, el mar Caribe y la cuenca del Amazonas. Muchas aves migratorias que viajan desde Canadá y los Estados Unidos acortan su ruta hacia América del Sur cruzando el Océano Atlántico en impresionantes vuelos de varios días y sin escalas (Society 2022).

#### *4.4.2.1.1.4 Trabajo de campo*

La temporalidad del trabajo de campo relativo al levantamiento de datos taxonómicos y ecológicos de la fauna del SAR, AIP y AP obedece del día 17 al 28 de septiembre de 2025, tomando un horario diario de 06:00 a 17:00 hrs. con periodos intercalados de descanso y toma de alimentos, de manera adicional se colocaron cámaras trampa a fin de ampliar los registros diurnos y nocturnos. El equipo de trabajo se organizó en una brigada compuesta por dos especialistas en taxonomía animal. Cada brigada realizo exploración de campo equipada con herramientas de geolocalización, cámara fotográfica, ganchos y guantes. Las fechas de toma de datos concuerdan con los periodos anuales (reproducción, muda y en algunos casos migración) de los vertebrados terrestres nativos (Albert *et al.* 2020; Gill 2007), en este sentido, el trabajo de campo realizado para estas áreas refleja en los registros valores ecológicos y de diversidad suficientemente verosímiles y confiables.

#### *4.4.2.1.1.5 Muestreo*

La medición o cuantificación de la riqueza de especies de un ensamblaje es posible a través de un muestreo estructurado espacial y temporalmente. Una muestra se define como una parte o porción de un conjunto, extraída mediante métodos que permiten considerarla como representativa del propio conjunto (Gallina-Tessaro 2015).

#### *4.4.2.1.1.6 Tamaño de las unidades muestrales*

Cuando se busca estimar la riqueza de especies de una superficie o región, es oportuno considerar varios elementos relacionados con el muestreo y su diseño. Por ejemplo, es necesario reconocer que todos los métodos de muestreo tienen sesgos, algunas técnicas, ya sea por causas biológicas o relacionadas con el observador o el instrumento de detección, son muy útiles para registrar especies con determinados hábitos, conducta o características físicas, pero no son tan adecuadas para detectar especies con otros atributos. En este sentido, la probabilidad de detección varía entre las especies y a lo largo del periodo del estudio (Magurran & McGill 2011).

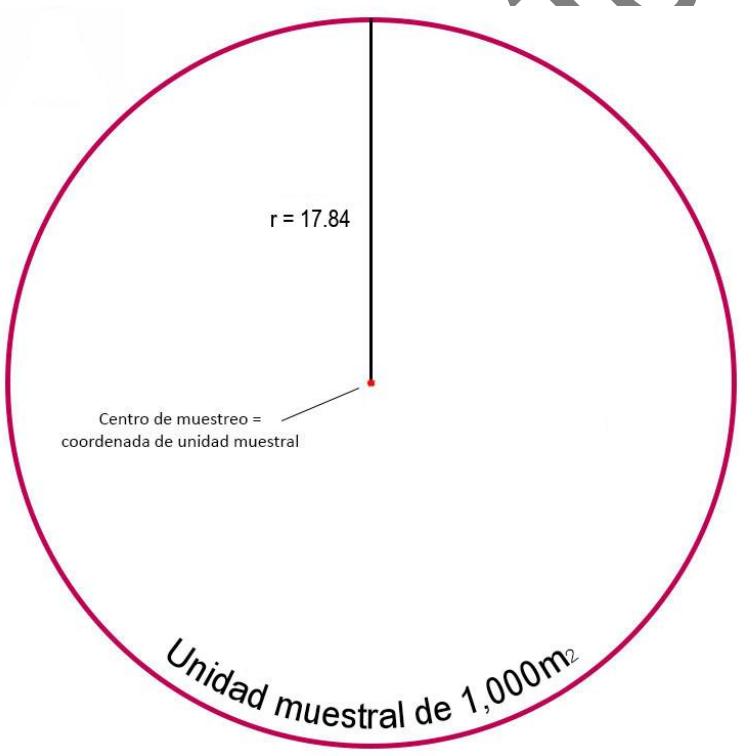
Consulta Pública

Con el fin de disminuir este sesgo, las unidades muestrales deben satisfacer tres requisitos fundamentales:

d) Deben distinguirse claramente,
e) Las reglas de exclusión e inclusión de individuos o rastros deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos, y
f) Una vez seleccionada la forma y el tamaño deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Bajo el anterior argumento, el tamaño de las unidades muestrales seleccionado fue de 1,000 $m^2$, con una forma circular (radio de 17.8 m). Las unidades de muestreo circulares presentan la excelente ventaja de tener menor perímetro que los rectangulares para una misma superficie, lo que se traduce en una menor posibilidad de error al contabilizar los rastros cuya pertenencia al sitio sea dudosa. El centro de la unidad muestral corresponde a la coordenada registrada para cada punto de muestreo.

***Figura 52: Representación esquemático del tamaño y forma de la unidad muestral de la fauna***




La evidencia de registro se clasifica en tres categorías descritas a continuación (Boddicker *et al.* 2002):

Evidencia no ambigua

- Individuos colectados
- Individuos observados

Evidencia de alta calidad:

- Huesos
- Pelos, plumas, escamas
- Huellas
- Vocalizaciones

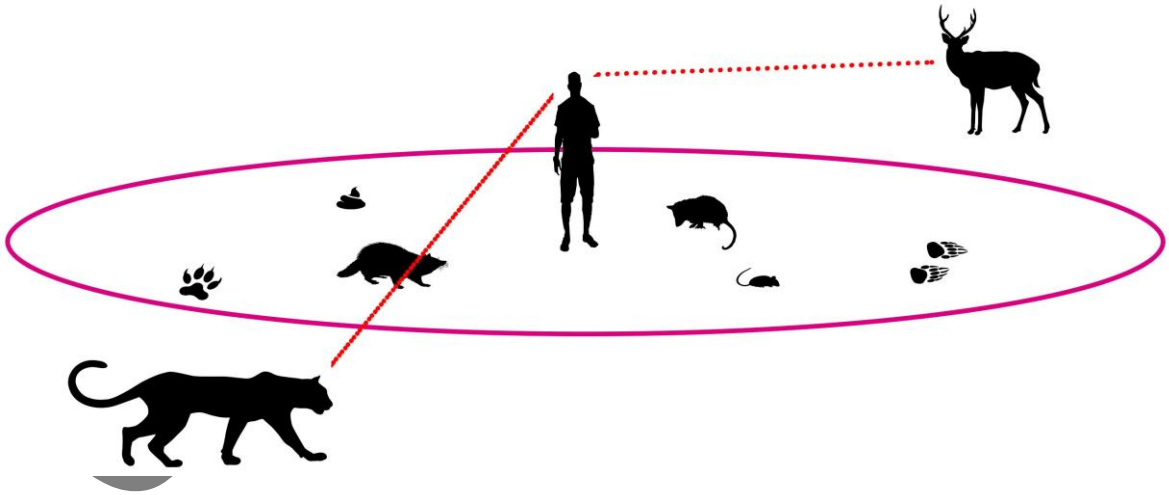
Evidencia de baja calidad

- Camas, senderos, nidos
- Fecas
- Alimentos consumidos

Para el análisis de los individuos se definieron cuatro categorías en función a la sistemática de los vertebrados terrestres, en donde se establecieron las reglas de inclusión y exclusión conforme a lo siguiente:

- *Mamíferos*: Individuos con presencia de pelo, producción de leche en las glándulas mamarias de las hembras, capacidad de generar calor internamente, en el oído, la presencia de los huesecillos martillo y yunque, y columna vertebral diferenciada en 5 regiones, cervical, dorsal, lumbar, sacra y coxal. Se registro evidencia no ambigua al alcance de la vista dentro y fuera de los 1,000 $m^2$, y evidencia de alta y baja calidad en 1,000 $m^2$.

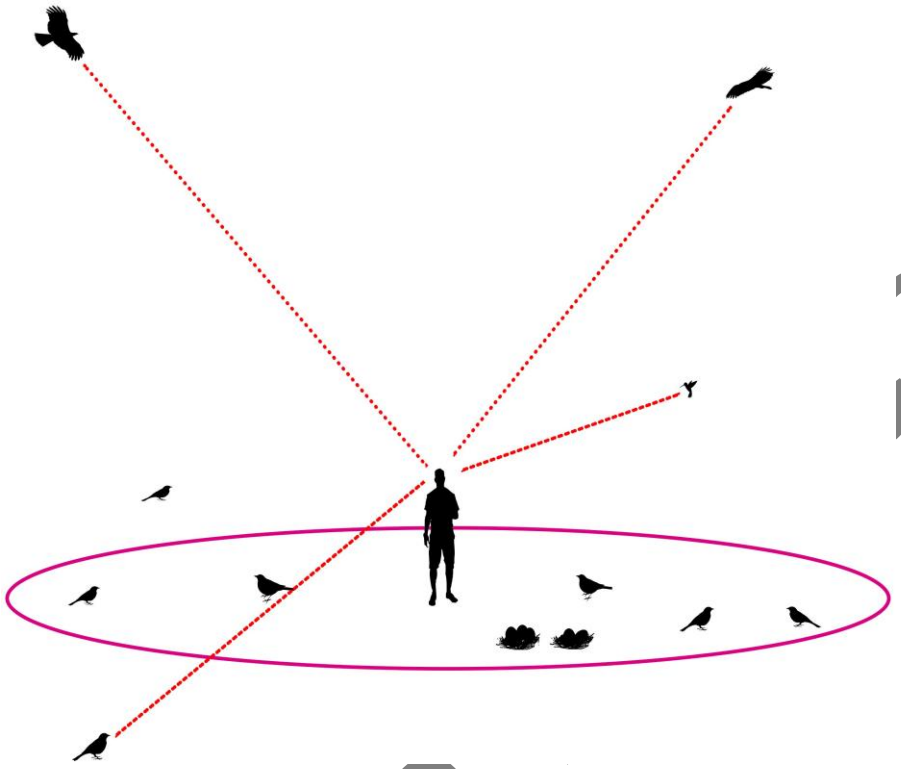
***Figura 53: Ilustración gráfica del muestreo de mamíferos***



- *Aves*: Individuos con cuerpo cubierto de plumas, ovíparos, endotermos y presencia de pico corneo. Se registro evidencia no ambigua al alcance de la vista dentro y fuera de los 1,000 $m^2$, y evidencia de alta y baja calidad en 1,000 $m^2$.

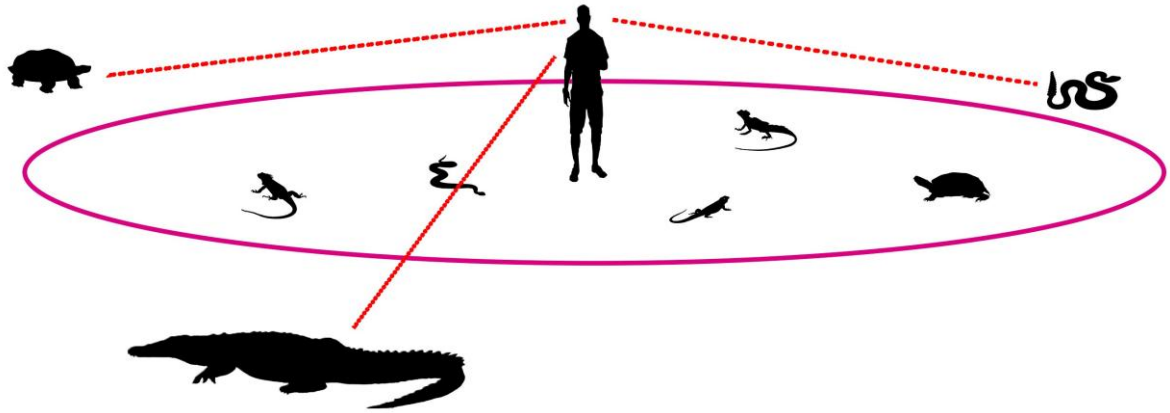
Vía Pública

***Figura 54: Ilustración gráfica del muestreo de aves***



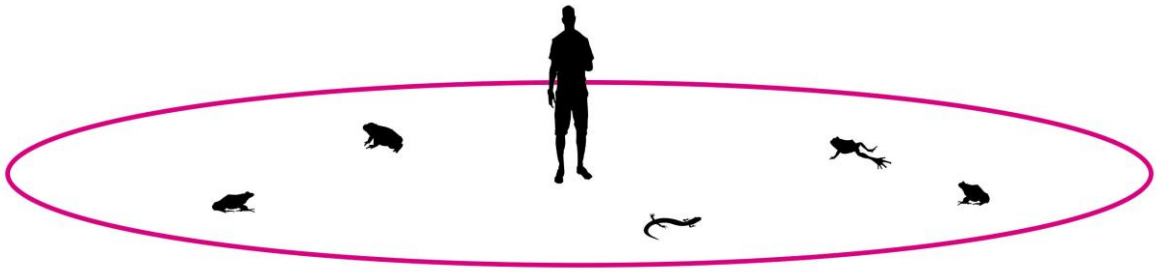
- *Reptiles*: Individuos con escamas o placas epidérmicas, en ocasiones osteodermos, ovíparos, ectotérmicos, sin estado larvario. Se registro evidencia no ambigua al alcance de la vista dentro y fuera de los 1,000 $m^2$, y evidencia de alta y baja calidad en 1,000 $m^2$.

***Figura 55: Ilustración gráfica del muestreo de reptiles***



- *Anfibios:* Individuos con piel lisa y muy vascularizada sin protección de escamas, plumas o pelo, con glándulas mucosas y lechosas que humectan la piel y secretan toxinas, ovíparos, ectotérmicos, con estado larvario.

***Figura 56: Ilustración gráfica del muestreo de anfibios***



Cada una de las unidades de muestreo levantadas se distinguió a través de marcas visuales y llamativas, asimismo, las reglas de exclusión e inclusión de fauna registrada y la forma y tamaño establecido se respetó para cada una de ellas.

#### *4.4.2.1.1.7 Tamaño de muestra*

Cuanto mayor es el número de las unidades muestrales, más precisa es la estimación de la o las variables consideradas. No obstante, debido al gran costo del muestreo (especialmente en tiempo y esfuerzo) es preciso llegar a un equilibrio en donde el esfuerzo invertido sea equiparable a la cantidad y calidad de la información recabada (Gallina-Tessaro & López-González 2011).

Considerando que el área a analizar (SAR, AIP y AP) representa una superficie o universo finito (unidad delimitada en ha y $m^2$), y que es posible conocer el total de integrantes de la población (total de muestreos posibles de 1,000 $m^2$), es conveniente el uso de la fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos (Valdivieso-Taborga *et al.* 2011). Para el desarrollo de la fórmula es importante comprender los siguientes aspectos:

*Tamaño de la población*: La cantidad total de unidades muestrales en la superficie analizada. Si se está tomando una muestra aleatoria sobre la totalidad de la superficie en el SAR (2,255.14 ha), entonces el tamaño de la población será de 22,551 muestreos posibles de 1,000 $m^2$.

*Margen de error*: Un porcentaje que señala en qué medida se puede esperar que los resultados de los parámetros analizados reflejen un valor parecido al real de la población general. Entre más pequeño sea el margen de error, más cerca se estará de tener el parámetro real con un determinado nivel de confianza.

*Nivel de confianza del muestreo*: Un porcentaje que revela cuánta confianza puedes tener en que tu tamaño de muestra represente un parámetro dentro de un rango determinado. Por ejemplo, un nivel de confianza del 95% significa que puedes tener una seguridad del 95% de que los resultados oscilarán entre los números *x* e *y*.

*Variabilidad (coeficiente de variabilidad)*: Un porcentaje estimado de diferenciación de un punto a otro, entre más alta la variación, incrementa el tamaño de muestra. Para obtener este valor (Celis-de la Rosa & Labrada-Martagón 2014) es necesario la designación de un muestreo piloto con varias repeticiones (ej. 5, 10, 15 etc.), entonces se selecciona un

Consulta Pública

parámetro medible (en este caso número de individuos arbóreos y arbustivos, $I$) para cada una de las repeticiones.

***Tabla 89: Relación de parámetro medible (I) en muestreo piloto***

| Unidad de muestreo | *I* = (número de individuos) | $I^2$ |
|---|---|---|
| 1 | 16 | 256 |
| 2 | 15 | 225 |
| 3 | 8 | 64 |
| 4 | 12 | 144 |
| 5 | 10 | 100 |
| 6 | 9 | 81 |
| 7 | 10 | 100 |
| 8 | 11 | 121 |
| 9 | 12 | 144 |
| 10 | 13 | 169 |
| **Total** | **116** | **1404** |

El promedio ($\bar{X}$) del parámetro medible seleccionado corresponde a 0 individuos. Seguido de esto se calcula la desviación estándar ($s$) mediante la siguiente formula:

$$s = \sqrt{\sum I^2 - \frac{(\sum I)^2}{n} \Big/ n - 1}$$

$$s = \sqrt{1404 - \frac{(116)^2}{10} \Big/ 10 - 1} = 2.547$$

Es así que la variación ($p$) es igual a:

$$p = \frac{s * 100}{\bar{X}} = \frac{2.547 * 100}{10} = 21.96$$

La fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos corresponde a la siguiente (Milton 2007; Wackerly *et al.* 2010):

$$n = \frac{\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2}}{1 + (\frac{z^2 * p\,(1-p)}{e^2 N})}$$

Donde:

$n$ = tamaño de muestra

$N$ = tamaño de la población

$e$ = margen de error (porcentaje expresado con decimales)

$p$ = variabilidad (porcentaje expresado con decimales)

Consulta Pública

$z$ = puntuación z. la puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada se aleja de la media. La siguiente tabla permite encontrar la puntuación z adecuada:

***Tabla 90: Relación de Nivel de confianza y puntuación z.***

| Nivel de confianza deseado | 80% | 85% | 90% | 95% | 99% |
|---|---|---|---|---|---|
| Puntuación z | 1.28 | 1.44 | 1.65 | 1.96 | 2.58 |

De acuerdo con SEMARNAT (2017), el tamaño de muestra debe tener niveles de confianza no menores al 95%, por lo que la puntuación de $z$ mínima a considerar es de 1.96. Conociendo esto, se desglosa la fórmula de la siguiente manera:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.220\ (1 - 0.220)}{0.1^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.220\ (1 - 0.220)}{0.1^2\ 697})} = 60^{3}$$

Una vez calculado el tamaño de muestra y conociendo que el número mínimo de puntos de muestreo para generar un estimado confiable de parámetros de fauna es de 60 sitios de levantamiento en el AP, este último valor se convierte en el universo o población a considerar para calcular el tamaño de muestra del SAR, desglosando así la misma fórmula:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.220\ (1 - 0.220)}{0.1^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.220\ (1 - 0.220)}{0.1^2\ 3331.3})} = 65$$

El tamaño de muestra para generar un estimado confiable de parámetros de fauna es de 65 sitios de levantamiento en el AIP. Para calcular el tamaño de muestra del SAR se desglosa la misma fórmula:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.220\ (1 - 0.220)}{0.1^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.220\ (1 - 0.220)}{0.1^2\ 22551.4})} = 66$$

El tamaño de muestra para generar un estimado confiable de parámetros de fauna es de 66 sitios de levantamiento en el SAR.

En este sentido, se expone que el tamaño de muestra levantado en el AP, SAR y el AIP corresponde a 60 sitios de muestreo, en el AP se cumplió con el mínimo establecido estadísticamente y para que la comparabilidad entre áreas fuera uniforme se realizó de igual manera en el SAR y AIP, realizándose 60 sitios de muestra para cada área.

[3] El resultado debe redondearse al entero inmediato superior (Celis-de la Rosa & Labrada-Martagón 2014)

Consulta Pública

#### *4.4.2.1.1.8 Tiempo de muestra*

En cuento a la escala temporal, considerando que existe una estrecha relación entre la movilidad de la fauna y el espacio-tiempo, la duración del levantamiento de datos representa una variable sumamente importante en el registro de datos de fauna (Gallina-Tessaro & López-González 2011). El lapso de tiempo que abarca la toma de muestra a veces resulta más importante que la cantidad de unidades muestrales, en este sentido, la riqueza de especies registrada en un área no solo depende del tamaño muestra, sino también del periodo de tiempo y del momento en el que sea examinada la superficie (Gallina-Tessaro 2015).

Conociendo esto, y tomado en cuanta la variabilidad ya conocida, la unidad de tiempo finita para un año natural (525,600 min.) y la duración estándar de las unidades piloto (10 min) se desglosa la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.745\ (1 - 0.745)}{0.1^2}}{1 + (\frac{1.96^2 * 0.745\ (1 - 0.745)}{0.2^2\ 52560})} = 73$$

En este sentido, el tiempo mínimo de registro para cada unidad muestral corresponde a 10 min, cubriendo un total de 730 min/muestra para el AP. La misma duración por unidad de muestra se implementó para las unidades del SAR y el AIP.

#### *4.4.2.1.1.9 Distribución de las unidades muestrales*

La ubicación de las unidades muestrales se definió a partir del sistema de coordenadas UTM con proyección WGS84, a continuación, se presentan las coordenadas para cada unidad levantada en el AP, SAR y AIP:

Consulta Pública

*Tabla 91: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del SAR*

| Muestra | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| **1** | 334822 | 2315656 |
| **2** | 335769 | 2313342 |
| **3** | 333904 | 2315344 |
| **4** | 336563 | 2315229 |
| **5** | 338019 | 2315088 |
| **6** | 337333 | 2316597 |
| **7** | 336291 | 2316467 |
| **8** | 336451 | 2314608 |
| **9** | 337320 | 2313486 |
| **10** | 334364 | 2313637 |
| **11** | 333853 | 2313846 |
| **12** | 338469 | 2313198 |
| **13** | 334737 | 2313087 |
| **14** | 339032 | 2313510 |
| **15** | 334647 | 2316656 |
| **16** | 338402 | 2314958 |
| **17** | 335641 | 2316189 |
| **18** | 337345 | 2315437 |
| **19** | 338212 | 2315492 |
| **20** | 336419 | 2313728 |
| **21** | 334067 | 2314632 |
| **22** | 334495 | 2315133 |
| **23** | 336020 | 2313784 |
| **24** | 339138 | 2314029 |
| **25** | 333587 | 2314993 |
| **26** | 335920 | 2312645 |
| **27** | 338360 | 2313995 |
| **28** | 335554 | 2313700 |
| **29** | 338853 | 2313129 |
| **30** | 335082 | 2313059 |

| Muestra | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| **31** | 335551 | 2312533 |
| **32** | 334390 | 2314552 |
| **33** | 336987 | 2316511 |
| **34** | 336324 | 2317255 |
| **35** | 335868 | 2315742 |
| **36** | 338003 | 2313115 |
| **37** | 335400 | 2316608 |
| **38** | 338506 | 2315916 |
| **39** | 337337 | 2312926 |
| **40** | 339409 | 2314292 |
| **41** | 334071 | 2313540 |
| **42** | 335880 | 2314169 |
| **43** | 334910 | 2316051 |
| **44** | 337204 | 2315044 |
| **45** | 338590 | 2314460 |
| **46** | 336007 | 2316795 |
| **47** | 336326 | 2312682 |
| **48** | 337176 | 2314271 |
| **49** | 338210 | 2316100 |
| **50** | 336379 | 2313395 |
| **51** | 337758 | 2315918 |
| **52** | 334266 | 2315663 |
| **53** | 338895 | 2314469 |
| **54** | 334763 | 2314204 |
| **55** | 339420 | 2313876 |
| **56** | 336865 | 2316023 |
| **57** | 337895 | 2314543 |
| **58** | 337316 | 2314732 |
| **59** | 338184 | 2313428 |
| **60** | 339405 | 2313136 |

Consulta Pública

***Mapa 26: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro del SAR.***

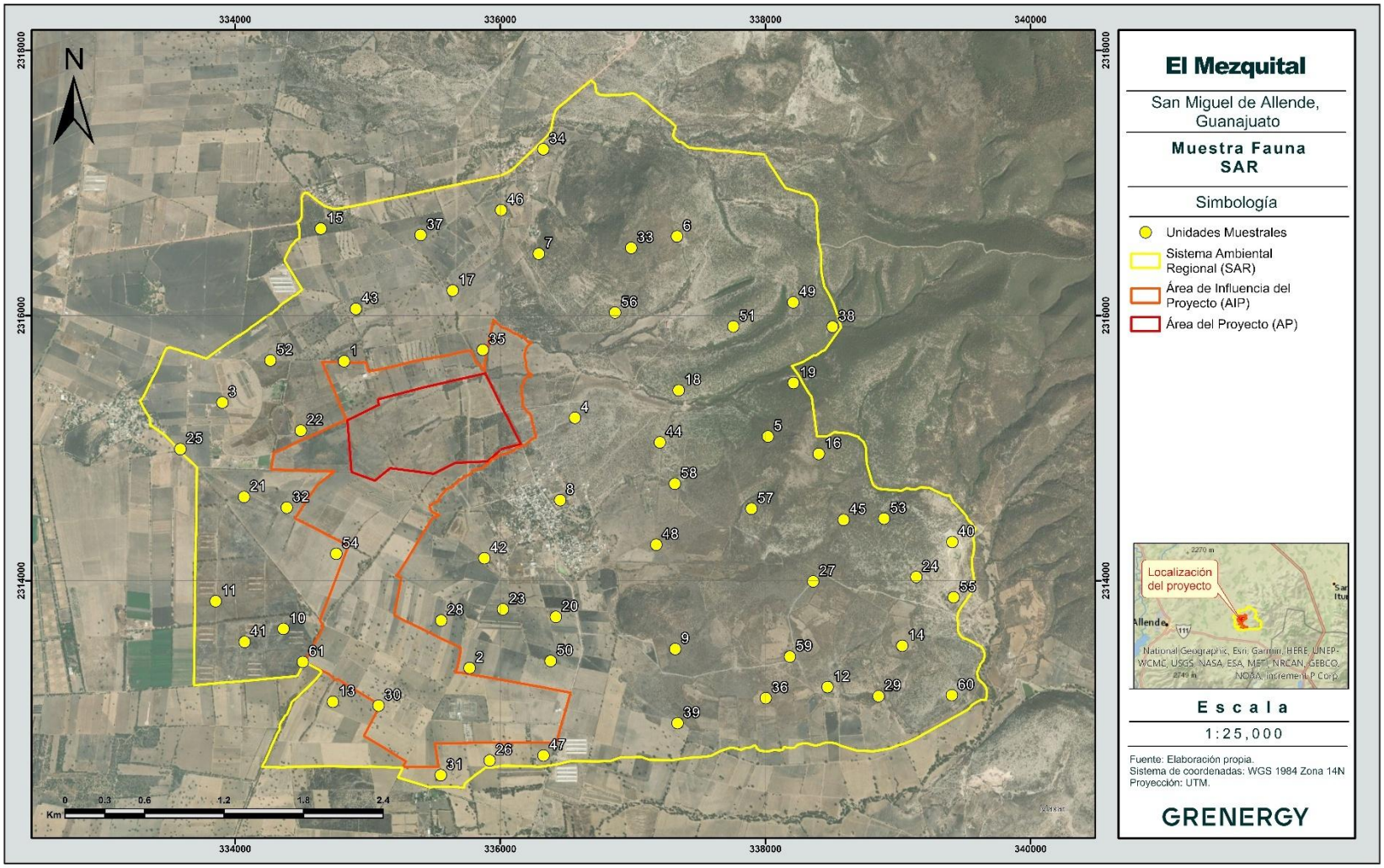


***Tabla 92: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AIP.***

| Muestra | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| **1** | 335933 | 2315800 |
| **2** | 336242 | 2312918 |
| **3** | 335707 | 2315653 |
| **4** | 336170 | 2313108 |
| **5** | 334628 | 2314704 |
| **6** | 335226 | 2314146 |
| **7** | 335374 | 2315527 |
| **8** | 335138 | 2314759 |
| **9** | 335659 | 2312921 |
| **10** | 335115 | 2313421 |
| **11** | 335263 | 2313633 |
| **12** | 336039 | 2312944 |
| **13** | 336114 | 2315645 |
| **14** | 334763 | 2315032 |
| **15** | 335164 | 2315454 |
| **16** | 334802 | 2314516 |
| **17** | 335176 | 2313018 |
| **18** | 335365 | 2312603 |
| **19** | 335081 | 2314561 |
| **20** | 335848 | 2312781 |
| **21** | 335448 | 2313441 |
| **22** | 335474 | 2312829 |
| **23** | 336121 | 2315248 |
| **24** | 334733 | 2315554 |
| **25** | 335098 | 2314315 |
| **26** | 334691 | 2313557 |
| **27** | 334801 | 2314096 |
| **28** | 334927 | 2313847 |
| **29** | 335956 | 2315479 |
| **30** | 335427 | 2314771 |

| Muestra | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| **31** | 334832 | 2314826 |
| **32** | 335747 | 2314851 |
| **33** | 334882 | 2314329 |
| **34** | 335449 | 2314519 |
| **35** | 334466 | 2314894 |
| **36** | 336466 | 2313138 |
| **37** | 335338 | 2313239 |
| **38** | 334550 | 2314493 |
| **39** | 334811 | 2313255 |
| **40** | 335818 | 2313052 |
| **41** | 335489 | 2313080 |
| **42** | 335015 | 2313179 |
| **43** | 334727 | 2313885 |
| **44** | 335687 | 2313305 |
| **45** | 334986 | 2315359 |
| **46** | 335044 | 2314027 |
| **47** | 335142 | 2312755 |
| **48** | 334924 | 2313540 |
| **49** | 335195 | 2313890 |
| **50** | 334273 | 2314843 |
| **51** | 335377 | 2314302 |
| **52** | 334933 | 2315585 |
| **53** | 336445 | 2312870 |
| **54** | 335647 | 2313513 |
| **55** | 336206 | 2315053 |
| **56** | 336160 | 2315841 |
| **57** | 335980 | 2314943 |
| **58** | 335909 | 2313233 |
| **59** | 334554 | 2313409 |
| **60** | 334784 | 2315348 |

Consulta Pública

***Mapa 27: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro del AIP.***

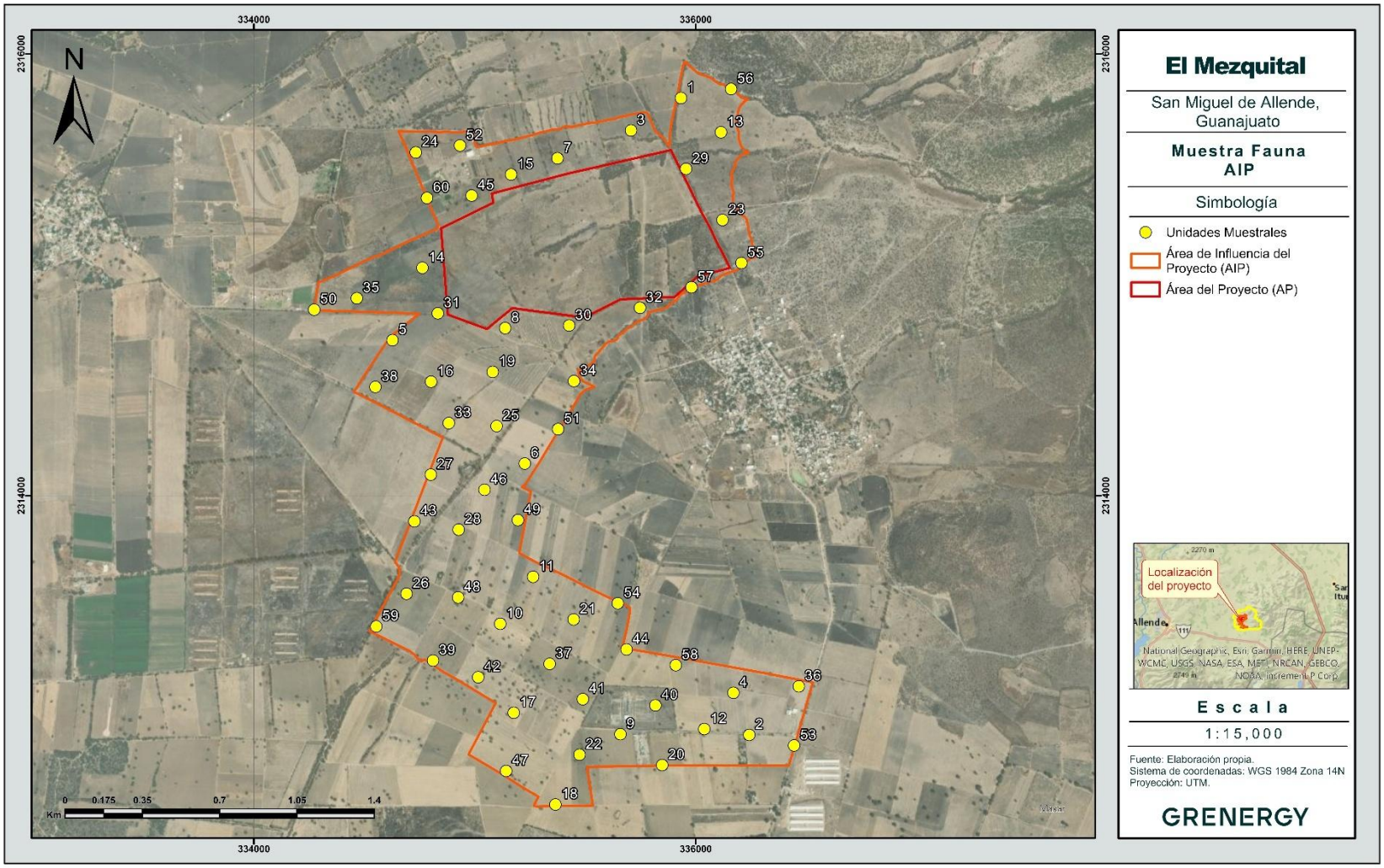


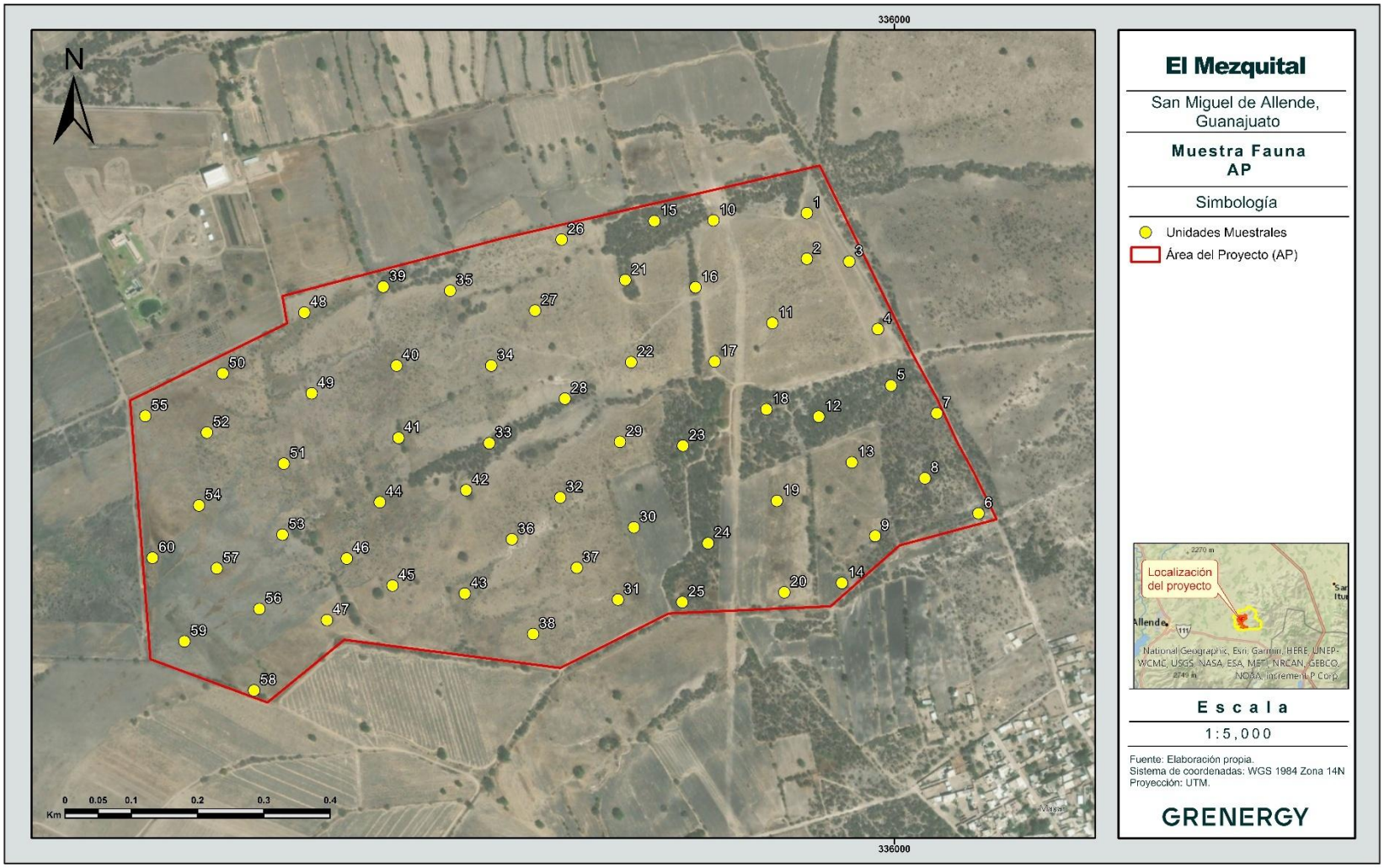
*Tabla 93: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP.*

| Muestra | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| **1** | 335868 | 2315493 |
| **2** | 335868 | 2315424 |
| **3** | 335932 | 2315420 |
| **4** | 335975 | 2315318 |
| **5** | 335995 | 2315233 |
| **6** | 336127 | 2315040 |
| **7** | 336064 | 2315191 |
| **8** | 336046 | 2315093 |
| **9** | 335971 | 2315006 |
| **10** | 335727 | 2315482 |
| **11** | 335816 | 2315327 |
| **12** | 335886 | 2315186 |
| **13** | 335936 | 2315117 |
| **14** | 335921 | 2314935 |
| **15** | 335638 | 2315481 |
| **16** | 335700 | 2315381 |
| **17** | 335729 | 2315269 |
| **18** | 335807 | 2315197 |
| **19** | 335823 | 2315059 |
| **20** | 335834 | 2314921 |
| **21** | 335594 | 2315392 |
| **22** | 335603 | 2315268 |
| **23** | 335681 | 2315142 |
| **24** | 335719 | 2314995 |
| **25** | 335680 | 2314906 |
| **26** | 335498 | 2315453 |
| **27** | 335458 | 2315346 |
| **28** | 335503 | 2315213 |
| **29** | 335586 | 2315148 |
| **30** | 335607 | 2315019 |

| Muestra | Este (X) | Norte (Y) |
|---|---|---|
| **31** | 335583 | 2314910 |
| **32** | 335496 | 2315064 |
| **33** | 335389 | 2315146 |
| **34** | 335392 | 2315263 |
| **35** | 335330 | 2315376 |
| **36** | 335423 | 2315001 |
| **37** | 335521 | 2314958 |
| **38** | 335455 | 2314858 |
| **39** | 335229 | 2315382 |
| **40** | 335249 | 2315263 |
| **41** | 335252 | 2315154 |
| **42** | 335354 | 2315075 |
| **43** | 335352 | 2314919 |
| **44** | 335224 | 2315057 |
| **45** | 335243 | 2314931 |
| **46** | 335174 | 2314972 |
| **47** | 335144 | 2314879 |
| **48** | 335110 | 2315343 |
| **49** | 335121 | 2315221 |
| **50** | 334987 | 2315251 |
| **51** | 335079 | 2315115 |
| **52** | 334963 | 2315162 |
| **53** | 335077 | 2315008 |
| **54** | 334951 | 2315052 |
| **55** | 334870 | 2315187 |
| **56** | 335042 | 2314896 |
| **57** | 334978 | 2314957 |
| **58** | 335034 | 2314773 |
| **59** | 334929 | 2314847 |
| **60** | 334881 | 2314973 |

Consulta Pública

***Mapa 28: Ubicación de las unidades muestrales de fauna dentro del AP.***



#### *4.4.2.1.1.10 Curva de acumulación de especies*

Una herramienta que permite visualizar el éxito del tamaño de muestra y permite generar una visión grafica del avance en el registro de datos conforme al esfuerzo de muestreo es la curva de acumulación de especies.

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de registros de especies al inventario se relaciona estrechamente con el esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies acumuladas. Al inicio, se registran sobre todo especies frecuentes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies menos frecuentes, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero acumulaciones (asíntota) corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona analizada (Colwell *et al.* 2004; Colwell & Coddington 1994; Gotelli & Colwell 2001; Soberón-M & Llorente-Bousquets 1993).

Las curvas de acumulación permiten:

4) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,
5) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y
6) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Debido a la enorme potencia de cálculo de los ordenadores actuales y la aplicabilidad de este método tan costoso computacionalmente, el análisis de la curva se realizó por medio del programa estadístico R (R Core Team 2020) por medio de los paquetes BiodiversityR (Kindt & Coe 2005), dismo (Hijmans *et al.* 2020) y R commander (Fox 2005, 2017; Fox & Bouchet-Valat 2020) los cuales fueron programados para estimar el incremento de especies por unidad muestral con 100 permutaciones; es decir, 100 combinaciones diferentes que permiten estimar el promedio y desviación estándar de la incorporación de especies por sitio de muestreo.

#### *4.4.2.1.1.11 Estimación de especies*

Dado que la riqueza de especies ($S$) depende del tamaño del muestreo, se puede esperar que no todas las especies que ocurren dentro del área de estudio (SAR, AIP o AP) sean registradas. Es así que han sido desarrollados diferentes métodos para estimar el número total de especies de un área de estudio. Estos métodos dependen de que los sitios muestrales hayan sido levantados al azar. Es importante conocer que un método pueda ser más preciso en una situación y otro método será mejor para una segunda situación, sin embargo, debido a la ausencia de datos para verificar la precisión de extrapolación, no puede ser determinado el mejor método. Es así que con el fin de generar un panorama lo más completo posible acerca de la riqueza especifica estimada, se recomienda el uso de más de uno de ellos, el mejor enfoque es esperar que la riqueza total correcta se encuentre en algún lugar dentro de los rangos dados por cada método.

Consulta Pública

Para la estimación de riqueza de especies se utilizó el mismo programa y paquetes utilizados para el cálculo de la curva de acumulación de especies. Los resultados expresan el cálculo de las fórmulas de Bootstrap (Efron 1987; Smith & van Belle 1984) y Chao (Chao 1987; Chao & Chiu 2016).

#### *4.4.2.1.1.12 Modelo de predicción*

De acuerdo con Ochoa-Ochoa y colaboradores (2014), los vertebrados terrestres en México contribuyen de manera distinta a la megadiversidad de México, probablemente debido a las diferencias en la historia biogeográfica y en la percepción de la heterogeneidad ambiental de cada grupo taxonómico. En este sentido, los registros para cada una de las clases fueron considerados aquí para el cálculo de permutaciones y estimación de especies de manera independiente.

#### *4.4.2.1.1.13 Trabajo de gabinete*

Con el objetivo de identificar la fauna observada y registrada durante el trabajo de campo, se determinó el material fotográfico con uso información obtenida de trabajos literarios enfocados en la región, así como trabajos monográficos de grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico teniendo preferencia por aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. La nomenclatura e identidad de los taxones determinados fue confirmada a través de la herramienta digital Integrated Taxonomic Information System (ITIS 2022).

Se realizó una revisión y comparación exhaustiva de las especies de fauna registradas en el AP, SAR y AIP con las listadas presentadas en la NOM-059-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2010, 2020) y la Lista Roja de Especies Amenazadas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN 2020) a fin de identificar las especies susceptibles y su categoría de riesgo en ambas superficies.

La NOM-059-SEMARNAT tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, sus categorías se delimitan de la manera siguiente:

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E),
- En peligro de extinción (P),
- Amenazadas (A),
- Sujetas a protección especial (Pr).

Por otro lado, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ha evolucionado para convertirse en la fuente de información más exhaustiva del mundo al respecto del estado de conservación global de especies de animales, hongos y plantas. Las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN constituyen un sistema de fácil comprensión para clasificar especies de alto riesgo de extinción global. Sus categorías se exponen a continuación (IUCN 2012):

- Extinta (EX),
- Extinta en estado silvestre (EW),
- En peligro crítico (CR),
- En peligro (EN),

Consulta Pública

- Vulnerable (VU),
- Casi amenazada (NT),
- Preocupación menor (LC),
- Datos insuficientes (DD),
- No evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías).
- No reconocido como especie (NR)

Por último, la CITES agrupa las especies en tres anexos según el grado de amenaza debido al comercio internacional, estos se distinguen por lo siguiente:

- Apéndice I: Incluye todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.
- Apéndice II: Incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.
- Apéndice III: Incluye especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio.

#### *4.4.2.1.1.14 Parámetros Cuantitativos*

#### *4.4.2.1.1.15 Índice de Valor Ecológico*

Los parámetros cuantitativos más importantes y usualmente aplicados en la ecología animal son:

4) Número de individuos o densidad,
5) Frecuencia, el número de veces que una especie registrada aparece en las unidades muestrales (presencia o ausencia por unidad), y
6) Actividad.

El índice de valor ecológico ($IVE$) define cuales de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la suma de la frecuencia relativa, la densidad y la actividad relativas.

$$Índice\ de\ valor\ ecologico = IVE = Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Actividad\ relativa$$

*<u>Densidad</u> (= abundancia)*

Este parámetro se relaciona con el recuento de individuos por unidad de área. El conteo generalmente se realiza en cada unidad de muestreo y sus repeticiones para la superficie total analizada. Posteriormente, se calcula la suma de los individuos por especie para el área total muestreada, y el resultado se expresa en términos de densidad de especies por unidad de área conveniente, como metro cuadrado, acre o hectárea.

$$Densidad = D = \frac{Total\ del\ no.\ de\ individuos\ de\ i\ especie\ registrada = ni}{Total\ del\ área\ examinada}\ x\ 100$$

La densidad también se puede expresar como un valor porcentual. Esto se hace dividiendo el número de individuos de una especie dada por el número total de individuos de todas las

Consulta Pública

especies. Por tanto, el porcentaje de densidad es totalmente independiente del área, al menos en su método de cálculo, y en realidad es un término relativo, mejor conocido como densidad relativa.

$$Densidad\ relativa = \frac{No.\,de\ individuos\ de\ la\ especie\ i = ni}{Total\ del\ no.\,de\ individuos\ de\ todas\ las\ especies} x\ 100$$

Este último método se realiza también para el conjunto de las especies de todos los grupos y se denomina Abundancia relativa únicamente para diferenciar el valor de los encontrados para cada clase analizada.

*Frecuencia (= balance)*

La frecuencia se relaciona con el número de veces que ocurre una especie en un número determinado de unidades de muestreo colocadas repetidamente. Se expresa como una fracción del total, generalmente en porcentaje. No se trata de un conteo, solo un registro de la presencia de especies. La frecuencia es un parámetro cuantitativo mucho más estable que el conteo de individuos o la medición de la cobertura.

$$Frecuencia = F = \frac{No.\,de\ unidades\ de\ muestreo\ en\ los\ que\ la\ especie\ i\ aparece}{Total\ de\ no.\,de\ unidades\ de\ muestreo\ examinadas}\ x\ 100$$

Los valores de frecuencia han sido sometidos a una considerable manipulación. Entre los conceptos que se han introducido se encuentra la suma porcentual de frecuencia, o frecuencia relativa. Este es el valor de frecuencia de una especie dada dividido por el total de los valores de frecuencia para todas las especies.

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ frecuencia\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

*Actividad*

Es difícil determinar la actividad de individuos por especie, principalmente porque se necesitaría gran número de días en el lugar. Una manera para determinar si existe mayor o menor actividad de fauna en un área, se puede obtener a través de la consideración de la suma de evidencias directas e indirectas que pueden registrarse durante el tiempo que dure el levantamiento de datos, como es el registro de actividad.

Consulta Pública

*Tabla 94: Valores de puntuación asignados a diferentes tipos de evidencia para calcular la ocurrencia.*

| Tipo de evidencia | Puntaje asignado |
|---|---|
| **Evidencia no ambigua** | |
| Individuos colectados | 10 |
| Individuos observados | 10 |
| **Evidencia de alta calidad** | |
| Huesos | 5 |
| Pelos, plumas, escamas | 5 |
| Huellas | 5 |
| Vocalizaciones | 5 |
| **Evidencia de baja calidad** | |
| Camas, senderos, nidos | 4 |
| Fecas | 4 |
| Alimentos consumidos | 4 |

La actividad de registro de cada especie se basa en los datos obtenidos con el valor de ocurrencia. El valor de este índice se obtiene dividiendo la ocurrencia entre el número de observaciones independientes de cada tipo de registro (Boddicker *et al.* 2002).

$$Actividad = A = \frac{Total\ de\ la\ suma\ de\ ocurrencias\ de\ la\ especie\ i}{Total\ del\ no.\ de\ individuos\ de\ i\ especie\ registrada = ni}\ x\ 100$$

La actividad también se puede expresar de manera relativa. Esto se hace dividiendo el valor de actividad de una especie dada entre la suma de los valores de actividad de todas las especies.

$$Actividad\ relativa = \frac{Actividad\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ actividad\ de\ todas\ las\ especies}\ x\ 100$$

#### *4.4.2.1.1.16 Índices de Riqueza Específica*

La riqueza específica es un concepto que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad, un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el número total de especies ($S$). No obstante, es prácticamente imposible registrar todas las especies de una comunidad y, como $S$ depende del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre $S$ y el número total de individuos observados o $N$, que se incrementa con el tamaño de la muestra.

*Índice de Margalef*

El índice de Margalef ($D_{Mg}$) es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Sherwin & Fornells 2019). Su fórmula es:

Consulta Pública

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N + 1)}$$

donde:

$S$ = número de especies.

$N$ =número total de individuos.

Los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Magurran 1988).

#### *4.4.2.1.1.17 Índices de Diversidad*

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad)

*Índice de dominancia de Simpson*

El índice de dominancia de Simpson ($D_{Si}$) considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie (Bouza & Covarrubias 2005; Simpson 1949). Su expresión es:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^{S} {p_i}^2$$

donde:

$p_i$ = proporción entre $ni$ y $N$.

$ni$ = número de individuos de la especie $i$.

El índice de dominancia de Simpson muestra resultados entre 0 a 1 en el cual los valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie por sobre las demás; proyectando ecosistemas más homogéneos. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 - $D_{Si}$ (Magurran 1988).

*Índice de Shannon-Weaver*

El índice de Shannon-Weaver ($H'$) tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Shannon & Weaver 1949). Su fórmula es:

$$H' = -\sum p_i . \ln p_i$$

Consulta Pública

El índice de Shannon-Weaver adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo neperiano de $S$ (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos) (Magurran 1988).

*Números de Hill*

Los números de Hill (Hill 1973) son una familia de índices de diversidad que unifican medidas de riqueza de especies, equitatividad y dominancia en términos de "números efectivos de especies" (Lou Jost 2006). Estos índices resuelven problemas de comparabilidad en estudios ecológicos, ya que sus valores representan una escala común de diversidad efectiva (Claudia E. Moreno *et al.* 2011). Además, Jost (2006) destaca su relación con la entropía (índices de Shannon y Simpson) y su utilidad para interpretar la diversidad verdadera (*true diversity*). Se calculan como:

$$q_0 = S$$

Donde:

$S$ = riqueza de especies.

$$q_1 = e^{H'}$$

Donde:

$e^x$ = función exponencial natural.

$H'$ = Índice de Shannon.

$$q_2 = 1/\lambda$$

Donde:

$\lambda$ = Índice de Simpson.

Los números de Hill tienen diferente interpretación, de tal manera que cada número nos habla de una propiedad diferente de aves que se está estudiado. Dichas propiedades son las siguientes:

$q_0$: nos indica la riqueza total de especies.

$q_1$: nos indica las especies que son abundantes.

$q_2$: nos habla de las especies que son dominantes.

De tal forma que con este índice se pueden determinar cuántas especies son dominantes, muy abundantes, así como estimar las especies raras, infrecuentes o difíciles de registrar.

#### *4.4.2.1.1.18 Índice de Equitabilidad*

Si todas las especies en una muestra muestran la misma abundancia el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

*Índice de Pielou*

Consulta Pública

El índice de Pielou ($J'$) se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Pielou 1975).

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

donde:

$H'_{max}$ = logaritmo natural de $S$

Su valor puede variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

#### *4.4.2.1.1.19 Índices de Similitud*

Los índices o indicadores de similitud permiten cuantificar las variaciones que ocurren en la estructura de una o varias comunidades, en este caso, permiten generar una comparación de variables entre la comunidad vegetal del AP y la presente en el SAR-AIP. Existen dos tipos, los cualitativos, que consideran el número de especies presentes y las especies comunes en ambas comunidades, sin tomar en cuenta la abundancia particular de cada especie (Sørensen-Dice y Jaccard) y los cuantitativos que incluyen esta última variable (Morisita y Horn).

*Índice de Sørensen-Dice*

El índice de Sørensen-Dice ($G$) compara dos comunidades en función del número de especies que posee cada una de ellas y el número de especies comunes entre ellas (Dice 1945; Sørensen 1948). Su fórmula corresponde a la siguiente:

$$G = \frac{2S_{12}}{S_1 + S_2} * 100$$

donde:

$S_1$ = número de especies en el ensamble 1

$S_2$ = número de especies en el ensamble 2.

$S_{12}$ = número de especies compartidas entre el ensamble 1 y 2

El resultado final se expresa en un porcentaje de similitud.

*Índice de Jaccard*

El índice de Jaccard ($L$) evalúa las mismas variables evaluadas por el índice de Sørensen-Dice (Jaccard 1908). Su fórmula es:

$$L = \frac{S_{12}}{S_1 + S_2 - S_{12}} * 100$$

Consulta Pública

De igual manera que el índice anterior, el resultado final se expresa en porcentaje de similitud.

*Índice de Morisita*

El índice de Morisita ($I_\sigma$) se basa en el índice de dominancia de Simpson, y se determina mediante la siguiente formula (Morisita 1962):

$$I_\sigma = \frac{2\sum(ni_1\ ni_2)}{(D_{Si1} + D_{Si2})\ N_1\ N_2}$$

donde:

$ni_1$ = número de individuos de la especie $i$ en el ensamble 1.

$ni_2$ = número de individuos de la especie $i$ en el ensamble 2.

$D_{Si1}$ = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 1.

$D_{Si2}$ = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 2.

$N_1$ =número total de individuos en el ensamble 1.

$N_2$ =número total de individuos en el ensamble 2.

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando son idénticas.

*Índice de Horn*

El índice de Horn ($Ro$) tiene base en el índice de diversidad de Shannon-Weaver, el procedimiento es laborioso y consiste en las siguientes etapas:

5. Determinar el índice de Shannon-Weaver para cada comunidad ($H'_1$, $H'_2$)
6. Calcular el mismo índice para los datos agrupados como si fueran una misma comunidad ($H'_3$). Este valor disminuye cuando las comunidades son similares y crece cuando son diferentes.
7. Determinar el valor del mismo índice considerando que todas las especies de ambas comunidades son distintas, es decir, como si no existieran especies comunes entre las dos comunidades ($H'_4$).
8. Determinar el índice de Shannon-Weaver promedio ($H'_5$) entre $H'_1$ y $H'_2$, ponderados con sus respectivos $N_1$ y $N_2$ de cada comunidad.

El índice se determina mediante la siguiente relación:

$$Ro = \frac{H'_4 - H'_3}{H'_4 - H'_5}$$

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando más parecidas. Debido al alto esfuerzo de cálculo de este índice, se utilizó el programa PAST (Hammer *et al.* 2001) para encontrar el resultado para cada agrupación analizada.

Consulta Pública

#### 4.4.2.1.2 Resultados

##### 4.4.2.1.2.1 SAR

##### 4.4.2.1.2.2 Fauna potencial

Se presentan el listado de fauna potencial:

***Tabla 95: Listado de fauna potencial***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM-059 | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Accipitriformes | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | Pr | LC |
| Accipitriformes | *Astur striatus* | Gavilán pecho canela | Pr | LC |
| Accipitriformes | *Aquila chrysaetos* | Águila real | A | LC |
| Accipitriformes | *Buteo albonotatus* | Aguililla aura | Pr | LC |
| Accipitriformes | *Buteo brachyurus* | Aguililla cola corta | sc | LC |
| Accipitriformes | *Buteo jamaicensis* | Aguililla cola roja | sc | LC |
| Accipitriformes | *Buteo lineatus* | Aguililla pecho rojo | Pr | LC |
| Accipitriformes | *Buteo plagiatus* | Aguililla gris | sc | LC |
| Accipitriformes | *Buteo regalis* | Aguililla real | Pr | LC |
| Accipitriformes | *Buteo swainsoni* | Aguililla de Swainson | Pr | LC |
| Accipitriformes | *Buteogallus anthracinus* | Aguililla negra menor | Pr | LC |
| Accipitriformes | *Circus hudsonius* | Gavilán rastrero | sc | LC |
| Accipitriformes | *Coragyps atratus* | Zopilote común | sc | LC |
| Accipitriformes | *Elanus leucurus* | Milano cola blanca | sc | LC |
| Accipitriformes | *Geranoaetus albicaudatus* | Aguililla cola blanca | Pr | LC |
| Accipitriformes | *Pandion haliaetus* | Águila pescadora | sc | LC |
| Accipitriformes | *Parabuteo unicinctus* | Aguililla rojinegra | Pr | LC |
| Anseriformes | *Aix sponsa* | Pato arcoíris | sc | LC |
| Anseriformes | *Anas acuta* | Pato golondrino | sc | LC |
| Anseriformes | *Anas crecca* | Cerceta alas verdes | sc | LC |
| Anseriformes | *Anas diazi* | Pato mexicano | A | NR |
| Anseriformes | *Anas platyrhynchos* | Pato de collar | sc | LC |
| Anseriformes | *Anser albifrons* | Ganso careto mayor | sc | LC |
| Anseriformes | *Anser anser* | Ganso común | sc | NE |
| Anseriformes | *Aythya affinis* | Pato boludo menor | sc | LC |
| Anseriformes | *Aythya americana* | Pato cabeza roja | sc | LC |
| Anseriformes | *Aythya collaris* | Pato pico anillado | sc | LC |
| Anseriformes | *Aythya valisineria* | Pato coacoxtle | sc | LC |
| Anseriformes | *Bucephala albeola* | Pato monja | sc | LC |
| Anseriformes | *Cairina moschata* | Pato real | P | LC |
| Anseriformes | *Dendrocygna autumnalis* | Pijije alas blancas | sc | LC |
| Anseriformes | *Dendrocygna bicolor* | Pijije canelo | sc | LC |
| Anseriformes | *Mareca americana* | Pato chalcuán | sc | LC |
| Anseriformes | *Mareca strepera* | Pato friso | sc | LC |
| Anseriformes | *Oxyura jamaicensis* | Pato tepalcate | sc | LC |
| Anseriformes | *Spatula clypeata* | Pato cucharón norteño | sc | LC |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM-059 | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Anseriformes | *Spatula cyanoptera* | Cerceta canela | sc | LC |
| Anseriformes | *Spatula discors* | Cerceta alas azules | sc | LC |
| Anura | *Anaxyrus compactilis* | Sapo de la meseta | sc | LC |
| Anura | *Anaxyrus punctatus* | Sapo de puntos rojos | sc | LC |
| Anura | *Dryophytes arenicolor* | Ranita de cañón | sc | LC |
| Anura | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | Pr | LC |
| Anura | *Dryophytes plicatus* | Rana de árbol plegada | A | LC |
| Anura | *Eleutherodactylus guttilatus* | Rana chirriadora punteada | sc | LC |
| Anura | *Eleutherodactylus verrucipes* | Rana chirrionera orejona | Pr | LC |
| Anura | *Incilius mccoyi* | Sapo de la sierra Madre Occidental | sc | LC |
| Anura | *Incilius occidentalis* | Sapo de los pinos | sc | LC |
| Anura | *Lithobates berlandieri* | Rana leopardo | Pr | LC |
| Anura | *Lithobates montezumae* | Rana leopardo de Moctezuma | Pr | LC |
| Anura | *Lithobates neovolcanicus* | Rana leopardo neovolcánica | A | LC |
| Anura | *Spea multiplicata* | Sapo monticola de espuela | sc | LC |
| Apodiformes | *Aeronautes saxatalis* | Vencejo pecho blanco | sc | LC |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | sc | LC |
| Apodiformes | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | sc | LC |
| Apodiformes | *Basilinna leucotis* | Colibrí orejas blancas | sc | LC |
| Apodiformes | *Calothorax lucifer* | Colibrí lucifer | sc | LC |
| Apodiformes | *Chaetura vauxi* | Vencejo de Vaux | sc | LC |
| Apodiformes | *Colibri thalassinus* | Colibrí orejas violetas | sc | LC |
| Apodiformes | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | sc | LC |
| Apodiformes | *Cypseloides niger* | Vencejo negro | sc | VU |
| Apodiformes | *Eugenes fulgens* | Colibrí Magnífico | sc | LC |
| Apodiformes | *Lampornis clemenciae* | Colibrí garganta azul | sc | LC |
| Apodiformes | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | sc | LC |
| Apodiformes | *Saucerottia beryllina* | Colibrí Berilo | sc | LC |
| Apodiformes | *Selasphorus platycercus* | Zumbador cola ancha | sc | LC |
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | sc | NT |
| Artiodactyla | *Odocoileus virginianus* | Venado de cola blanca | sc | LC |
| Caprimulgiformes | *Antrostomus arizonae* | Tapacaminos Cuerporruín Mexicano | sc | LC |
| Caprimulgiformes | *Antrostomus ridgwayi* | Tapacaminos tucuchillo | sc | LC |
| Caprimulgiformes | *Chordeiles acutipennis* | Chotacabras menor | sc | LC |
| Caprimulgiformes | *Phalaenoptilus nuttallii* | Tapacaminos pandeagua | sc | LC |
| Carnivora | *Bassariscus astutus* | Cacomixtle norteño | sc | LC |
| Carnivora | *Canis latrans* | Coyote | sc | LC |
| Carnivora | *Conepatus leuconotus* | Zorrillo de espalda blanca norteño | sc | LC |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM-059 | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Carnivora | *Lynx rufus* | Lince americano | sc | LC |
| Carnivora | *Mephitis macroura* | Zorrillo listado sureño | sc | LC |
| Carnivora | *Procyon lotor* | Mapache | sc | LC |
| Carnivora | *Urocyon cinereoargenteus* | Zorra gris | sc | LC |
| Cathartiformes | *Cathartes aura* | Zopilote aura | sc | LC |
| Charadriiformes | *Actitis macularius* | Playero alzacolita | sc | LC |
| Charadriiformes | *Anarhynchus collaris* | Chorlo de collar | sc | LC |
| Charadriiformes | *Bartramia longicauda* | Zarapito ganga | sc | LC |
| Charadriiformes | *Calidris bairdii* | Playero de Baird | sc | LC |
| Charadriiformes | *Calidris himantopus* | Playero zancón | sc | LC |
| Charadriiformes | *Calidris mauri* | Playero occidental | A | LC |
| Charadriiformes | *Calidris melanotos* | Playero pectoral | sc | LC |
| Charadriiformes | *Calidris minutilla* | Playero diminuto | sc | LC |
| Charadriiformes | *Calidris pusilla* | Playero semipalmeado | sc | NT |
| Charadriiformes | *Charadrius semipalmatus* | Chorlo semipalmeado | sc | LC |
| Charadriiformes | *Charadrius vociferus* | Chorlo tildío | sc | LC |
| Charadriiformes | *Gallinago delicata* | Agachona Norteamericana | sc | LC |
| Charadriiformes | *Himantopus mexicanus* | Monjita americana | sc | LC |
| Charadriiformes | *Hydroprogne caspia* | Charrán del caspio | sc | LC |
| Charadriiformes | *Jacana spinosa* | Jacana norteña | sc | LC |
| Charadriiformes | *Larus delawarensis* | Gaviota pico anillado | sc | LC |
| Charadriiformes | *Leucophaeus atricilla* | Gaviota reidora | sc | LC |
| Charadriiformes | *Leucophaeus pipixcan* | Gaviota de Franklin | sc | LC |
| Charadriiformes | *Limnodromus scolopaceus* | Costurero pico largo | sc | LC |
| Charadriiformes | *Numenius americanus* | Zarapito pico largo | sc | LC |
| Charadriiformes | *Numenius phaeopus* | Zarapito trinador | sc | LC |
| Charadriiformes | *Phalaropus tricolor* | Falaropo pico largo | sc | LC |
| Charadriiformes | *Pluvialis dominica* | Chorlo dorado americano | sc | LC |
| Charadriiformes | *Recurvirostra americana* | Avoceta americana | sc | LC |
| Charadriiformes | *Sterna forsteri* | Charrán de Forster | sc | LC |
| Charadriiformes | *Tringa flavipes* | Patamarilla menor | sc | LC |
| Charadriiformes | *Tringa melanoleuca* | Patamarilla mayor | sc | LC |
| Charadriiformes | *Tringa solitaria* | Playero solitario | sc | LC |
| Chiroptera | *Antrozous pallidus* | Murciélago desértico norteño | sc | LC |
| Chiroptera | *Lasiurus xanthinus* | Murciélago amarillo del Oeste | sc | LC |
| Chiroptera | *Molossus molossus* | Murciélago mastín común | sc | LC |
| Chiroptera | *Myotis velifer* | Miotis mexicano | sc | LC |
| Chiroptera | *Tadarida brasiliensis* | Murciélago cola suelta mexicano | sc | LC |
| Ciconiiformes | *Mycteria americana* | Cigüeña americana | Pr | LC |
| Columbiformes | *Columba livia* | Paloma común | sc | LC |
| Columbiformes | *Columbina inca* | Tortolita cola larga | sc | LC |
| Columbiformes | *Columbina passerina* | Tortolita pico rojo | sc | LC |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM-059 | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Columbiformes | *Leptotila verreauxi* | Paloma Arroyera | sc | LC |
| Columbiformes | *Patagioenas fasciata* | Paloma Encinera | sc | LC |
| Columbiformes | *Streptopelia decaocto* | Paloma de collar turca | sc | LC |
| Columbiformes | *Streptopelia roseogrisea* | Paloma de collar africana | sc | LC |
| Columbiformes | *Zenaida asiatica* | Paloma alas blancas | sc | LC |
| Columbiformes | *Zenaida macroura* | Huilota común | sc | LC |
| Coraciiformes | *Chloroceryle americana* | Martín pescador verde | sc | LC |
| Coraciiformes | *Megaceryle alcyon* | Martín pescador norteño | sc | LC |
| Cuculiformes | *Coccyzus americanus* | Cuclillo pico amarillo | sc | LC |
| Cuculiformes | *Coccyzus erythropthalmus* | Cuclillo pico negro | sc | LC |
| Cuculiformes | *Crotophaga sulcirostris* | Garrapatero pijuy | sc | LC |
| Cuculiformes | *Geococcyx californianus* | Correcaminos norteño | sc | LC |
| Cuculiformes | *Piaya cayana* | Cuclillo canelo | sc | LC |
| Didelphimorphia | *Didelphis virginiana* | Tlacuache norteño | sc | LC |
| Falconiformes | *Caracara plancus* | Caracara quebrantahuesos | sc | LC |
| Falconiformes | *Falco columbarius* | Halcón esmerejón | sc | LC |
| Falconiformes | *Falco mexicanus* | Halcón mexicano | A | LC |
| Falconiformes | *Falco peregrinus* | Halcón peregrino | Pr | LC |
| Falconiformes | *Falco sparverius* | Cernícalo americano | sc | LC |
| Galliformes | *Callipepla squamata* | Codorniz escamosa | sc | LC |
| Galliformes | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | sc | NT |
| Galliformes | *Cyrtonyx montezumae* | Codorniz de Moctezuma | Pr | LC |
| Gruiformes | *Fulica americana* | Gallareta americana | sc | LC |
| Gruiformes | *Gallinula galeata* | Gallineta frente roja | sc | LC |
| Gruiformes | *Porphyrio martinicus* | Gallineta morada | sc | LC |
| Gruiformes | *Porzana carolina* | Polluela sora | sc | LC |
| Gruiformes | *Rallus limicola* | Rascón cara gris | A | LC |
| Lagomorpha | *Lepus californicus* | Liebre cola negra | sc | LC |
| Lagomorpha | *Sylvilagus audubonii* | Conejo del desierto | sc | LC |
| Lagomorpha | *Sylvilagus floridanus* | Conejo serrano | sc | LC |
| Passeriformes | *Agelaius phoeniceus* | Tordo sargento | sc | LC |
| Passeriformes | *Aimophila rufescens* | Zacatonero Canelo | sc | LC |
| Passeriformes | *Aimophila ruficeps* | Zacatonero corona canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Ammodramus savannarum* | Gorrión Chapulín | sc | LC |
| Passeriformes | *Amphispiza bilineata* | Zacatonero garganta negra | sc | LC |
| Passeriformes | *Anthus rubescens* | Bisbita norteamericana | sc | LC |
| Passeriformes | *Anthus spragueii* | Bisbita llanera | sc | VU |
| Passeriformes | *Aphelocoma wollweberi* | Chara pecho gris | sc | LC |
| Passeriformes | *Aphelocoma woodhouseii* | Chara de collar | sc | NR |
| Passeriformes | *Arremonops rufivirgatus* | Rascador oliváceo | sc | LC |
| Passeriformes | *Atlapetes pileatus* | Rascador gorra canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Auriparus flaviceps* | Baloncillo | sc | LC |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM-059 | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | *Baeolophus wollweberi* | Carbonero embridado | sc | LC |
| Passeriformes | *Basileuterus rufifrons* | Chipe Gorra Canela Común | sc | LC |
| Passeriformes | *Bombycilla cedrorum* | Chinito | sc | LC |
| Passeriformes | *Calamospiza melanocorys* | Gorrión alas blancas | sc | LC |
| Passeriformes | *Camptostoma imberbe* | Mosquerito chillón | sc | LC |
| Passeriformes | *Campylorhynchus brunneicapillus* | Matraca del desierto | sc | LC |
| Passeriformes | *Campylorhynchus gularis* | Matraca serrana | sc | LC |
| Passeriformes | *Campylorhynchus megalopterus* | Matraca barrada | sc | LC |
| Passeriformes | *Cardellina pusilla* | Chipe corona negra | sc | LC |
| Passeriformes | *Cardinalis cardinalis* | Cardenal rojo | sc | LC |
| Passeriformes | *Cardinalis sinuatus* | Cardenal desértico | sc | LC |
| Passeriformes | *Catharus aurantiirostris* | Zorzal pico naranja | sc | LC |
| Passeriformes | *Catharus guttatus* | Zorzal cola canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Catharus occidentalis* | Zorzal mexicano | sc | LC |
| Passeriformes | *Catharus ustulatus* | Zorzal de Anteojos | sc | LC |
| Passeriformes | *Catherpes mexicanus* | Saltapared barranqueño | sc | LC |
| Passeriformes | *Certhia americana* | Trepadorcito americano | sc | LC |
| Passeriformes | *Chlorophonia elegantissima* | Eufonia gorra azul | sc | LC |
| Passeriformes | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | sc | LC |
| Passeriformes | *Cistothorus palustris* | Saltapared pantanero | sc | LC |
| Passeriformes | *Contopus cooperi* | Papamoscas boreal | sc | NT |
| Passeriformes | *Contopus pertinax* | Papamoscas José María | sc | LC |
| Passeriformes | *Contopus sordidulus* | Papamoscas del oeste | sc | LC |
| Passeriformes | *Corthylio calendula* | Reyesuelo matraquita | sc | LC |
| Passeriformes | *Corvus corax* | Cuervo común | sc | LC |
| Passeriformes | *Corvus cryptoleucus* | Cuervo llanero | sc | LC |
| Passeriformes | *Cyanocorax colliei* | Urraca cara negra | sc | LC |
| Passeriformes | *Dumetella carolinensis* | Maullador gris | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax affinis* | Papamoscas pinero | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax albigularis* | Papamoscas Garganta Blanca | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax difficilis* | Papamoscas amarillo norteño | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax fulvifrons* | Papamoscas pecho canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax hammondii* | Papamoscas de Hammond | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax minimus* | Papamoscas chico | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax traillii* | Papamoscas saucero | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | sc | LC |
| Passeriformes | *Eremophila alpestris* | Alondra cornuda | sc | LC |
| Passeriformes | *Euphagus cyanocephalus* | Tordo ojos amarillos | sc | LC |
| Passeriformes | *Geothlypis speciosa* | Mascarita del Lerma | P | VU |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM-059 | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | *Geothlypis tolmiei* | Chipe lores negros | A | LC |
| Passeriformes | *Geothlypis trichas* | Mascarita común | sc | LC |
| Passeriformes | *Haemorhous cassinii* | Pinzón serrano | sc | LC |
| Passeriformes | *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | sc | LC |
| Passeriformes | *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | sc | LC |
| Passeriformes | *Icteria virens* | Chipe grande | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus abeillei* | Calandria flancos negros | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus bullockii* | Calandria cejas naranjas | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus cucullatus* | Calandria dorso negro menor | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus parisorum* | Calandria tunera | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus pustulatus* | Calandria dorso rayado | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus spurius* | Calandria castaña | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus wagleri* | Calandria de Wagler | sc | LC |
| Passeriformes | *Junco phaeonotus* | Junco ojos de lumbre | sc | LC |
| Passeriformes | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | sc | NT |
| Passeriformes | *Leiothlypis celata* | Chipe oliváceo | sc | LC |
| Passeriformes | *Leiothlypis ruficapilla* | Chipe cabeza gris | sc | LC |
| Passeriformes | *Leiothlypis virginiae* | Chipe de Virginia | sc | LC |
| Passeriformes | *Lepidocolaptes leucogaster* | Trepatroncos mexicano | sc | LC |
| Passeriformes | *Loxia curvirostra* | Picotuerto rojo | sc | LC |
| Passeriformes | *Melanotis caerulescens* | Mulato Azul | sc | LC |
| Passeriformes | *Melospiza georgiana* | Gorrión pantanero | sc | LC |
| Passeriformes | *Melospiza lincolnii* | Gorrión de Lincoln | sc | LC |
| Passeriformes | *Melospiza melodia* | Gorrión cantor | sc | LC |
| Passeriformes | *Melozone fusca* | Rascador viejita | sc | LC |
| Passeriformes | *Melozone kieneri* | Rascador Nuca Canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Mimus polyglottos* | Centzontle norteño | sc | LC |
| Passeriformes | *Mitrephanes phaeocercus* | Papamoscas copetón | sc | LC |
| Passeriformes | *Mniotilta varia* | Chipe trepador | sc | LC |
| Passeriformes | *Molothrus aeneus* | Tordo ojos rojos | sc | LC |
| Passeriformes | *Molothrus ater* | Tordo cabeza café | sc | LC |
| Passeriformes | *Myadestes occidentalis* | Clarín jilguero | Pr | LC |
| Passeriformes | *Myiarchus cinerascens* | Papamoscas garganta ceniza | sc | LC |
| Passeriformes | *Myiarchus nuttingi* | Papamoscas Huí | sc | LC |
| Passeriformes | *Myiarchus tuberculifer* | Papamoscas Triste | sc | LC |
| Passeriformes | *Myioborus miniatus* | Pavito Alas Negras | sc | LC |
| Passeriformes | *Myioborus pictus* | Pavito Alas Blancas | sc | LC |
| Passeriformes | *Myiodynastes luteiventris* | Papamoscas rayado común | sc | LC |
| Passeriformes | *Myiopagis viridicata* | Mosquerito Verdoso | sc | LC |
| Passeriformes | *Myiozetetes similis* | Luisito común | sc | LC |
| Passeriformes | *Oreothlypis superciliosa* | Chipe Cejas Blancas | sc | LC |
| Passeriformes | *Oriturus superciliosus* | Zacatonero serrano | sc | LC |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM-059 | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | *Pachyramphus aglaiae* | Cabezón degollado | sc | LC |
| Passeriformes | *Parkesia motacilla* | Chipe arroyero | sc | LC |
| Passeriformes | *Parkesia noveboracensis* | Chipe charquero | sc | LC |
| Passeriformes | *Passer domesticus* | Gorrión doméstico | sc | LC |
| Passeriformes | *Passerculus sandwichensis* | Gorrión sabanero | sc | LC |
| Passeriformes | *Passerina amoena* | Colorín pecho canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Passerina caerulea* | Picogordo azul | sc | LC |
| Passeriformes | *Passerina ciris* | Colorín sietecolores | Pr | LC |
| Passeriformes | *Passerina cyanea* | Colorín azul | sc | LC |
| Passeriformes | *Passerina versicolor* | Colorín morado | sc | LC |
| Passeriformes | *Petrochelidon fulva* | Golondrina pueblera | sc | LC |
| Passeriformes | *Petrochelidon pyrrhonota* | Golondrina risquera | sc | LC |
| Passeriformes | *Peucaea botterii* | Zacatonero de Botteri | sc | LC |
| Passeriformes | *Peucaea cassinii* | Zacatonero de Cassin | sc | LC |
| Passeriformes | *Peucedramus taeniatus* | Ocotero enmascarado | sc | LC |
| Passeriformes | *Phainopepla nitens* | Capulinero negro | sc | LC |
| Passeriformes | *Pheucticus ludovicianus* | Picogordo degollado | sc | LC |
| Passeriformes | *Pheucticus melanocephalus* | Picogordo tigrillo | sc | LC |
| Passeriformes | *Pipilo chlorurus* | Rascador cola verde | sc | LC |
| Passeriformes | *Pipilo maculatus* | Rascador moteado | sc | LC |
| Passeriformes | *Pipilo ocai* | Rascador de collar | sc | LC |
| Passeriformes | *Piranga bidentata* | Piranga Dorso Rayado | sc | LC |
| Passeriformes | *Piranga flava* | Piranga Encinera | sc | LC |
| Passeriformes | *Piranga ludoviciana* | Piranga capucha roja | sc | LC |
| Passeriformes | *Piranga rubra* | Piranga roja | sc | LC |
| Passeriformes | *Pitangus sulphuratus* | Luis bienteveo | sc | LC |
| Passeriformes | *Poecile sclateri* | Carbonero mexicano | sc | LC |
| Passeriformes | *Polioptila caerulea* | Perlita azulgris | sc | LC |
| Passeriformes | *Polioptila melanura* | Perlita del desierto | sc | LC |
| Passeriformes | *Pooecetes gramineus* | Gorrión Cola Blanca | sc | LC |
| Passeriformes | *Progne subis* | Golondrina azulnegra | sc | LC |
| Passeriformes | *Psaltriparus minimus* | Sastrecillo | sc | LC |
| Passeriformes | *Ptiliogonys cinereus* | Capulinero gris | sc | LC |
| Passeriformes | *Pyrocephalus rubinus* | Papamoscas cardenalito | sc | LC |
| Passeriformes | *Quiscalus mexicanus* | Zanate mayor | sc | LC |
| Passeriformes | *Riparia riparia* | Golondrina ribereña | sc | LC |
| Passeriformes | *Salpinctes obsoletus* | Saltapared de rocas | sc | LC |
| Passeriformes | *Sayornis nigricans* | Papamoscas negro | sc | LC |
| Passeriformes | *Sayornis phoebe* | Papamoscas fibí | sc | LC |
| Passeriformes | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | sc | LC |
| Passeriformes | *Setophaga coronata* | Chipe rabadilla amarilla | sc | LC |
| Passeriformes | *Setophaga discolor* | Chipe de pradera | sc | LC |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM-059 | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | *Setophaga dominica* | Chipe garganta amarilla | sc | LC |
| Passeriformes | *Setophaga nigrescens* | Chipe negrogris | sc | LC |
| Passeriformes | *Setophaga occidentalis* | Chipe cabeza amarilla | sc | LC |
| Passeriformes | *Setophaga petechia* | Chipe amarillo | sc | LC |
| Passeriformes | *Setophaga ruticilla* | Pavito migratorio | sc | LC |
| Passeriformes | *Setophaga townsendi* | Chipe de Townsend | sc | LC |
| Passeriformes | *Setophaga virens* | Chipe dorso verde | sc | LC |
| Passeriformes | *Sialia mexicana* | Azulejo garganta azul | sc | LC |
| Passeriformes | *Sialia sialis* | Azulejo garganta canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Sitta carolinensis* | Bajapalos pecho blanco | sc | LC |
| Passeriformes | *Spinus pinus* | Jilguerito pinero | sc | LC |
| Passeriformes | *Spinus psaltria* | Jilguerito dominico | sc | LC |
| Passeriformes | *Spiza americana* | Arrocero americano | sc | LC |
| Passeriformes | *Spizella atrogularis* | Gorrión barba negra | sc | LC |
| Passeriformes | *Spizella breweri* | Gorrión de Brewer | sc | LC |
| Passeriformes | *Spizella pallida* | Gorrión pálido | sc | LC |
| Passeriformes | *Spizella passerina* | Gorrión cejas blancas | sc | LC |
| Passeriformes | *Spizella wortheni* | Gorrión de Worthen | P | EN |
| Passeriformes | *Sporophila morelleti* | Semillero de collar | sc | LC |
| Passeriformes | *Sporophila torqueola* | Semillero rabadilla canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Stelgidopteryx serripennis* | Golondrina alas aserradas | sc | LC |
| Passeriformes | *Sturnella lilianae* | Pradero altiplanero | sc | NR |
| Passeriformes | *Sturnella magna* | Pradero tortillaconchile | sc | NT |
| Passeriformes | *Sturnella neglecta* | Pradero del oeste | sc | LC |
| Passeriformes | *Sturnus vulgaris* | Estornino pinto | sc | LC |
| Passeriformes | *Tachycineta bicolor* | Golondrina bicolor | sc | LC |
| Passeriformes | *Tachycineta thalassina* | Golondrina verdemar | sc | LC |
| Passeriformes | *Tiaris olivaceus* | Semillero oliváceo | sc | LC |
| Passeriformes | *Toxostoma curvirostre* | Cuicacoche pico curvo | sc | LC |
| Passeriformes | *Toxostoma longirostre* | Cuicacoche pico largo | sc | LC |
| Passeriformes | *Toxostoma ocellatum* | Cuicacoche moteado | sc | LC |
| Passeriformes | *Troglodytes aedon* | Saltapared común | sc | LC |
| Passeriformes | *Turdus grayi* | Mirlo Café | sc | LC |
| Passeriformes | *Turdus migratorius* | Mirlo primavera | sc | LC |
| Passeriformes | *Turdus rufopalliatus* | Mirlo dorso canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Tyrannus crassirostris* | Tirano pico grueso | sc | LC |
| Passeriformes | *Tyrannus melancholicus* | Tirano pirirí | sc | LC |
| Passeriformes | *Tyrannus verticalis* | Tirano pálido | sc | LC |
| Passeriformes | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | sc | LC |
| Passeriformes | *Vireo bellii* | Vireo de Bell | sc | LC |
| Passeriformes | *Vireo cassinii* | Vireo de Cassin | sc | LC |
| Passeriformes | *Vireo gilvus* | Vireo gorjeador | sc | LC |
| Passeriformes | *Vireo griseus* | Vireo Ojos Blancos | sc | LC |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM-059 | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | *Vireo huttoni* | Vireo reyezuelo | sc | LC |
| Passeriformes | *Vireo plumbeus* | Vireo plomizo | sc | LC |
| Passeriformes | *Volatinia jacarina* | Semillero brincador | sc | LC |
| Passeriformes | *Xanthocephalus xanthocephalus* | Tordo cabeza amarilla | sc | LC |
| Passeriformes | *Zonotrichia leucophrys* | Gorrión corona blanca | sc | LC |
| Passeriformes | *Thryomanes bewickii* | Saltapared cola larga | sc | LC |
| Passeriformes | *Toxostoma crissale* | Cuicacoche crisal | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Ardea alba* | Garza blanca | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Ardea herodias* | Garza morena | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Ardea ibis* | Garza ganadera occidental | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Botaurus lentiginosus* | Avetoro norteño | A | LC |
| Pelecaniformes | *Butorides virescens* | Garcita verde | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Egretta caerulea* | Garza azul | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Egretta thula* | Garza dedos dorados | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Egretta tricolor* | Garza tricolor | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Eudocimus albus* | Ibis blanco | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Nyctanassa violacea* | Garza nocturna corona clara | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Nycticorax nycticorax* | Garza nocturna corona negra | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Pelecanus erythrorhynchos* | Pelícano blanco americano | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Platalea ajaja* | Espátula rosada | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Plegadis chihi* | Ibis ojos rojos | sc | LC |
| Piciformes | *Colaptes auratus* | Carpintero de pechera común | sc | LC |
| Piciformes | *Dryobates scalaris* | Carpintero mexicano | sc | LC |
| Piciformes | *Dryobates villosus* | Carpintero Albinegro mayor | sc | LC |
| Piciformes | *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | sc | LC |
| Piciformes | *Melanerpes formicivorus* | Carpintero bellotero | sc | LC |
| Piciformes | *Sphyrapicus nuchalis* | Carpintero nuca roja | sc | LC |
| Piciformes | *Sphyrapicus varius* | Carpintero moteado | sc | LC |
| Podicipediformes | *Aechmophorus occidentalis* | Achichilique pico amarillo | sc | LC |
| Podicipediformes | *Podiceps nigricollis* | Zambullidor orejón | sc | LC |
| Podicipediformes | *Podilymbus podiceps* | Zambullidor pico grueso | sc | LC |
| Podicipediformes | *Tachybaptus dominicus* | Zambullidor menor | Pr | LC |
| Psittaciformes | *Amazona autumnalis* | Loro cachetes amarillos | sc | LC |
| Psittaciformes | *Myiopsitta monachus* | Perico monje argentino | sc | LC |
| Rodentia | *Baiomys taylori* | Ratón-pigmeo norteño | sc | LC |
| Rodentia | *Heteromys irroratus* | Ratón espinoso mexicano | sc | LC |
| Rodentia | *Mus musculus* | Ratón casero eurasiático | sc | NE |
| Rodentia | *Otospermophilus variegatus* | Ardillón de rocas | sc | LC |
| Rodentia | *Peromyscus difficilis* | Ratón de las rocas | sc | LC |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM-059 | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Rodentia | *Reithrodontomys fulvescens* | Ratón cosechero leonado | sc | LC |
| Rodentia | *Sciurus aureogaster* | Ardilla vientre rojo | sc | LC |
| Rodentia | *Sigmodon leucotis* | Rata algodonera orejas blancas | sc | LC |
| Rodentia | *Sigmodon mascotensis* | Rata de la caña de Jalisco | sc | LC |
| Soricomorpha | *Cryptotis berlandieri* | | sc | LC |
| Squamata | *Aspidoscelis communis* | Huico moteado gigante de la costa de Jalisco | Pr | LC |
| Squamata | *Aspidoscelis gularis* | Huico pinto del noreste | sc | LC |
| Squamata | *Aspidoscelis sackii* | Huico manchado | sc | LC |
| Squamata | *Aspidoscelis scalaris* | Huico manchado de la altiplanicie | sc | NE |
| Squamata | *Barisia ciliaris* | Lagartija falso escorpión | sc | LC |
| Squamata | *Conopsis biserialis* | Culebra terrestre dos líneas | A | LC |
| Squamata | *Conopsis lineata* | Culebra terrestre del centro | sc | LC |
| Squamata | *Conopsis nasus* | Culebra gris nariz de pala | sc | LC |
| Squamata | *Corytophanes hernandesii* | Turipache de montaña | Pr | LC |
| Squamata | *Crotalus aquilus* | Cascabel obscura de Querétaro | Pr | LC |
| Squamata | *Crotalus molossus* | Cascabel de cola negra | Pr | LC |
| Squamata | *Crotalus polystictus* | Cascabel ocelada | Pr | LC |
| Squamata | *Crotalus scutulatus* | Cascabel del altiplano | Pr | LC |
| Squamata | *Diadophis punctatus* | Culebra de collar | sc | LC |
| Squamata | *Gerrhonotus infernalis* | Lagartija caimán norteña | sc | LC |
| Squamata | *Hemidactylus turcicus* | Geco casero del mediterráneo | sc | LC |
| Squamata | *Hypsiglena jani* | Culebra nocturna del noreste | Pr | LC |
| Squamata | *Iguana rhinolopha* | Iguana verde | Pr | LC |
| Squamata | *Indotyphlops braminus* | Serpiente ciega afroasiática | sc | LC |
| Squamata | *Masticophis mentovarius* | Culebra chirriadora neotropical | sc | LC |
| Squamata | *Masticophis schotti* | Culebra látigo | sc | LC |
| Squamata | *Pituophis deppei* | Alicante | A | LC |
| Squamata | *Salvadora bairdi* | Culebra chata mexicana | Pr | LC |
| Squamata | *Sceloporus parvus* | Lagartija espinosa de panza azul | sc | LC |
| Squamata | *Sceloporus spinosus* | Lagartija espinosa mexicana | sc | LC |
| Squamata | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | sc | LC |
| Squamata | *Sceloporus variabilis* | Lagartija espinosa vientre rosado | sc | LC |
| Squamata | *Storeria storerioides* | Culebra parda mexicana | sc | LC |
| Squamata | *Tantilla bocourti* | Culebrita cabeza negra de Bocourt | sc | LC |
| Squamata | *Thamnophis cyrtopsis* | Culebra lineada de bosque | A | LC |
| Squamata | *Thamnophis eques* | Culebra de agua nómada mexicana | A | LC |
| Squamata | *Thamnophis melanogaster* | Culebra de agua de panza negra | A | EN |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM-059 | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Squamata | *Thamnophis pulchrilatus* | Culebra listonada de tierras altas mexicana | sc | LC |
| Squamata | *Trimorphodon tau* | Falsa nauyaca mexicana | sc | LC |
| Strigiformes | *Asio flammeus* | Búho sabanero | Pr | LC |
| Strigiformes | *Athene cunicularia* | Tecolote llanero | sc | LC |
| Strigiformes | *Bubo virginianus* | Búho cornudo | sc | LC |
| Strigiformes | *Glaucidium gnoma* | Tecolote serrano | sc | LC |
| Strigiformes | *Megascops kennicottii* | Tecolote del oeste | sc | LC |
| Strigiformes | *Micrathene whitneyi* | Tecolote enano | sc | LC |
| Strigiformes | *Psiloscops flammeolus* | Tecolote ojos oscuros | sc | LC |
| Strigiformes | *Tyto furcata* | Lechuza Americana | sc | LC |
| Suliformes | *Nannopterum auritum* | Cormorán orejón | sc | LC |
| Suliformes | *Nannopterum brasilianum* | Cormorán neotropical | sc | LC |
| Testudines | *Kinosternon hirtipes* | Tortuga casquito de pata rugosa | Pr | LC |
| Testudines | *Kinosternon integrum* | Tortuga pecho quebrado mexicana | Pr | LC |
| Testudines | *Trachemys scripta* | Tortuga gravada | sc | LC |

El número de especies potenciales para el AP, AIP y SAR da un total de 416 especies.

#### *4.4.2.1.2.3 Corredor biológico*

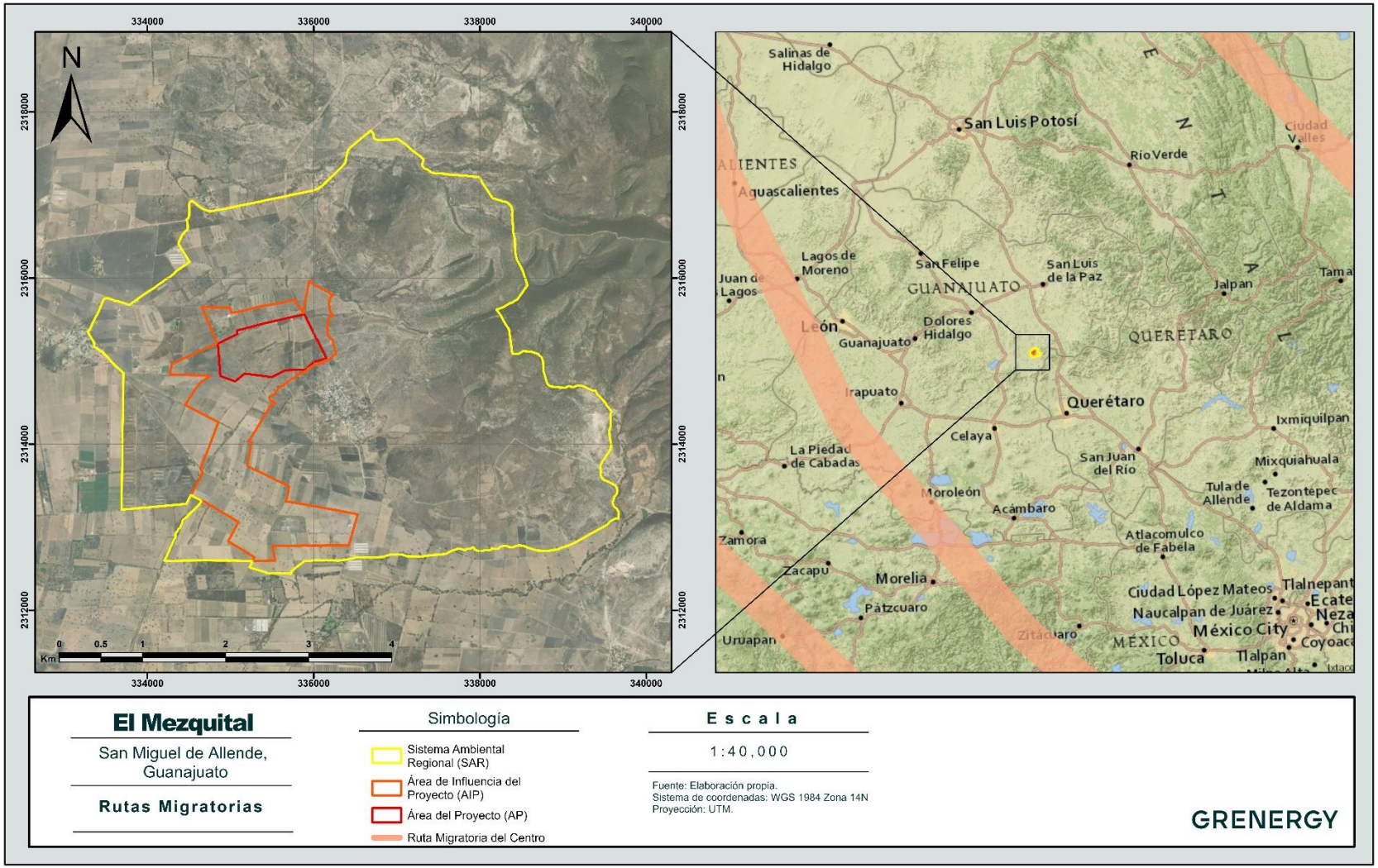
El AP se localiza en un área donde predomina la actividad agrícola, alejado de cualquier ANP. La zona de influencia directa consiste en una gran extensión de terrenos dedicados al cultivo y a la ganadería, que históricamente han modificado el ecosistema original, fragmentando y eliminando la conectividad biológica. Debido a esta condición preexistente de uso de suelo intensivo, no se identifica la presencia de un corredor biológico funcional en las inmediaciones. La implantación del Proyecto en esta área ya intervenida no alterará ni interrumpirá flujos de fauna o vegetación nativa, ya que estos potenciales corredores han sido previamente desplazados por la actividad agropecuaria.

#### *4.4.2.1.2.4 Rutas migratorias*

La ruta que pasa por el AP es la del Centro: También conocida como la "Ruta Mesoamericana", atraviesa el centro de México y es seguida por una gran diversidad de especies, incluidas aves rapaces, passeriformes y colibríes. La ruta cruza importantes corredores biológicos como la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental, proporcionando diversos hábitats y recursos a lo largo del camino. Y la ruta del Mississipi: Esta ruta es especialmente importante para aves que migran a través de la región central de México, aprovechando la cadena de volcanes y montañas conocida como la Faja Volcánica Transmexicana. Las aves utilizan estos corredores montañosos para encontrar pasos seguros y recursos en su travesía hacia el sur.

Consulta Pública

***Mapa 29: Ruta migratoria***



#### *4.4.2.1.2.5 Fauna registrada*

Se presentan el listado de fauna registrada en el SAR:

***Tabla 96: Listado de especies de vertebrados terrestres registradas para el SAR***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Accipitriformes | *Buteo jamaicensis* | Aguililla cola roja | sc | LC |
| Anseriformes | *Anas platyrhynchos* | Pato de collar | sc | LC |
| Anura | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | Pr | LC |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | sc | LC |
| Apodiformes | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | sc | LC |
| Apodiformes | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | sc | LC |
| Apodiformes | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | sc | LC |
| Apodiformes | *Selasphorus platycercus* | Zumbador cola ancha | sc | LC |
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | sc | NT |
| Artiodactyla | *Odocoileus virginianus* | Venado de cola blanca | sc | LC |
| Carnivora | *Canis latrans* | Coyote | sc | LC |
| Cathartiformes | *Cathartes aura* | Zopilote aura | sc | LC |
| Columbiformes | *Columbina inca* | Tortolita cola larga | sc | LC |
| Columbiformes | *Zenaida asiatica* | Paloma alas blancas | sc | LC |
| Columbiformes | *Zenaida macroura* | Huilota común | sc | LC |
| Cuculiformes | *Geococcyx californianus* | Correcaminos norteño | sc | LC |
| Falconiformes | *Caracara plancus* | Caracara quebrantahuesos | sc | LC |
| Falconiformes | *Falco sparverius* | Cernícalo americano | sc | LC |
| Galliformes | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | sc | NT |
| Lagomorpha | *Sylvilagus audubonii* | Conejo del desierto | sc | LC |
| Passeriformes | *Auriparus flaviceps* | Baloncillo | sc | LC |
| Passeriformes | *Campylorhynchus brunneicapillus* | Matraca del desierto | sc | LC |
| Passeriformes | *Cardellina pusilla* | Chipe corona negra | sc | LC |
| Passeriformes | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | sc | LC |
| Passeriformes | *Corvus corax* | Cuervo común | sc | LC |
| Passeriformes | *Corvus cryptoleucus* | Cuervo llanero | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax fulvifrons* | Papamoscas pecho canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax minimus* | Papamoscas chico | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | sc | LC |
| Passeriformes | *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | sc | LC |
| Passeriformes | *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus bullockii* | Calandria cejas naranjas | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus wagleri* | Calandria de Wagler | sc | LC |
| Passeriformes | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | sc | NT |
| Passeriformes | *Melozone fusca* | Rascador viejita | sc | LC |
| Passeriformes | *Mimus polyglottos* | Centzontle norteño | sc | LC |
| Passeriformes | *Passer domesticus* | Gorrión Doméstico | sc | LC |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | *Passerina caerulea* | Picogordo azul | sc | LC |
| Passeriformes | *Peucaea botterii* | Zacatonero de Botteri | sc | LC |
| Passeriformes | *Pitangus sulphuratus* | Luis bienteveo | sc | LC |
| Passeriformes | *Polioptila caerulea* | Perlita azulgris | sc | LC |
| Passeriformes | *Psaltriparus minimus* | Sastrecillo | sc | LC |
| Passeriformes | *Pyrocephalus rubinus* | Papamoscas cardenalito | sc | LC |
| Passeriformes | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | sc | LC |
| Passeriformes | *Spinus psaltria* | Jilguerito dominico | sc | LC |
| Passeriformes | *Spizella passerina* | Gorrión cejas blancas | sc | LC |
| Passeriformes | *Sturnella lilianae* | Pradero altiplanero | sc | NR |
| Passeriformes | *Toxostoma curvirostre* | Cuicacoche pico curvo | sc | LC |
| Passeriformes | *Troglodytes aedon* | Saltapared común | sc | LC |
| Passeriformes | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | sc | LC |
| Passeriformes | *Thryomanes bewickii* | Saltapared cola larga | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Plegadis chihi* | Ibis ojos rojos | sc | LC |
| Piciformes | *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | sc | LC |
| Squamata | *Salvadora bairdi* | Culebra chata mexicana | Pr | LC |
| Squamata | *Sceloporus spinosus* | Lagartija espinosa mexicana | sc | LC |
| Squamata | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | sc | LC |

La fauna registrada para el SAR obedece a un total de 57 especies contenidas en 48 géneros y 16 órdenes de vertebrados terrestres. De los órdenes inscritos, en términos de riqueza destaca el grupo de las aves cantoras (Passeriformes) con la presencia de 32 especies en 27 géneros. Por otro lado, se encuentran 2 especies categorizadas bajo el estatus de protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT.

***Tabla 97: Especies en la NOM-059-SEMARNAT en el SAR***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM |
|---|---|---|---|
| Anura | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | Pr |
| Squamata | *Salvadora bairdi* | Culebra chata mexicana | Pr |

Se encuentran 3 especies bajo la categoría de casi amenazado (NT) en la lista roja de IUCN.

***Tabla 98: Especies en la lista roja de la IUCN en el SAR***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | IUCN |
|---|---|---|---|
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | NT |
| Galliformes | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | NT |
| Passeriformes | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | NT |

Consulta Pública

Se determinaron 8 especies categorizadas dentro de la CITES.

***Tabla 99: Especies en la CITES en el SAR***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Cites |
|---|---|---|---|
| Accipitriformes | *Buteo jamaicensis* | Aguililla cola roja | II |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | II |
| Apodiformes | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | II |
| Apodiformes | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | II |
| Apodiformes | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | II |
| Apodiformes | *Selasphorus platycercus* | Zumbador cola ancha | II |
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | II |
| Falconiformes | *Falco sparverius* | Cernícalo americano | II |

12 especies con alguna clasificación de endemismo.

***Tabla 100: Especies endémicas en el SAR***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Endemismo |
|---|---|---|---|
| Anura | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | EN |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | SE |
| Apodiformes | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | SE |
| Apodiformes | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | SE |
| Apodiformes | *Selasphorus platycercus* | Zumbador cola ancha | SE |
| Passeriformes | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | SE |
| Passeriformes | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | SE |
| Passeriformes | *Icterus bullockii* | Calandria cejas naranjas | SE |
| Passeriformes | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | SE |
| Squamata | *Salvadora bairdi* | Culebra chata mexicana | EN |
| Squamata | *Sceloporus spinosus* | Lagartija espinosa mexicana | EN |
| Squamata | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | EN |

Y se encontraron 13 especies migratorias.

***Tabla 101: Especies migratorias en el SAR***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Estacionalidad |
|---|---|---|---|
| Anseriformes | *Anas platyrhynchos* | Pato de collar | MI |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | MI |
| Apodiformes | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | T |
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | T |
| Columbiformes | *Zenaida macroura* | Huilota común | MI |
| Passeriformes | *Cardellina pusilla* | Chipe corona negra | MI |
| Passeriformes | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | MI |
| Passeriformes | *Empidonax minimus* | Papamoscas chico | T |
| Passeriformes | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | MI |
| Passeriformes | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | MI |
| Passeriformes | *Icterus bullockii* | Calandria cejas naranjas | MI |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Estacionalidad |
|---|---|---|---|
| Passeriformes | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | MI |
| Passeriformes | *Spizella passerina* | Gorrión cejas blancas | MI |

***Figura 57: Gráfica comparativa de la diversidad de vertebrados terrestres genérica y específica muestreada en el SAR***

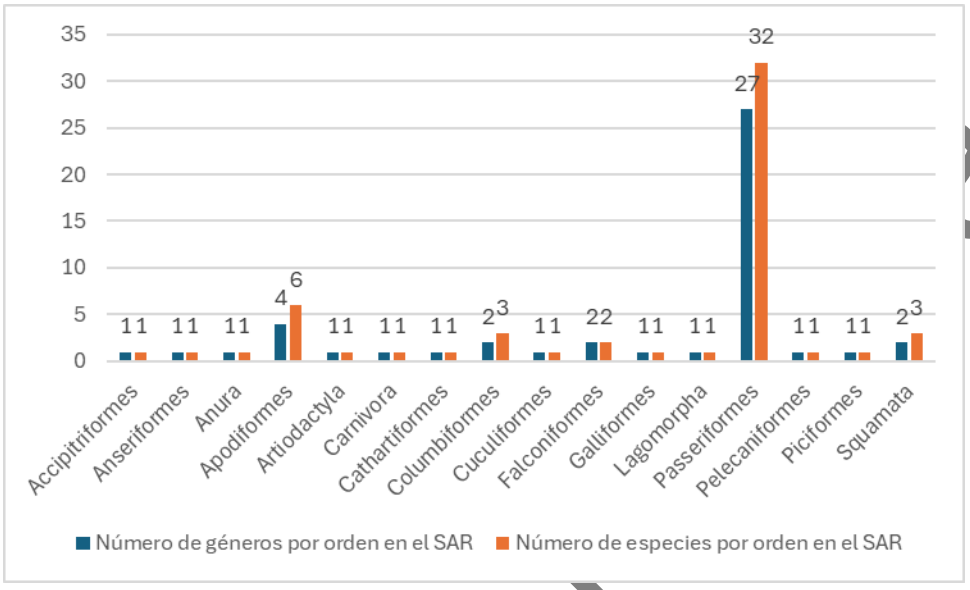



***Figura 58: Curva de acumulación de especies del SAR***

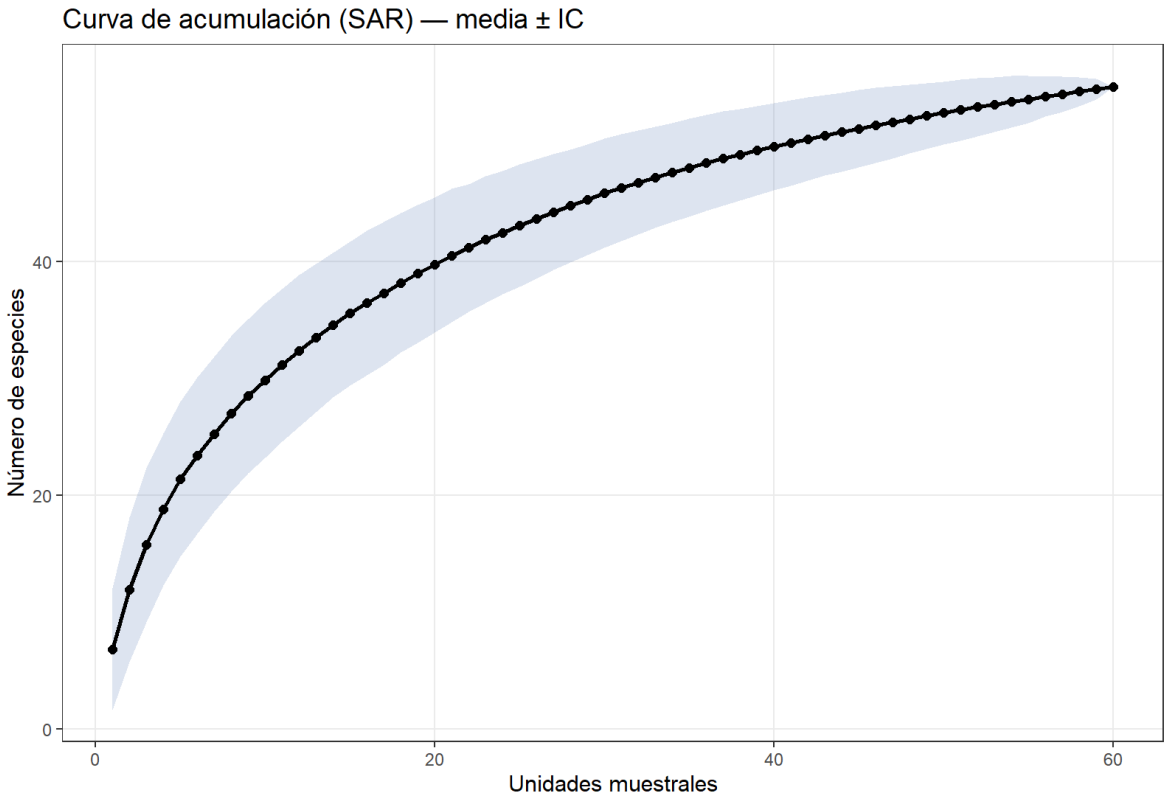


***Tabla 102: Estimación de especies en el SAR***

| Clase | Riqueza (*S*) | Bootstrap | Chao1 | Chao2 |
|---|---|---|---|---|
| General | 57 | 61 | 60 | 63 |

La curva de acumulación de especies para el SAR proyecta un panorama donde el registro de organismos no desciende a valor menor a 1 después de la décimo quinta muestra, por lo que no existe la probabilidad de que no se encuentren especies nuevas, la gráfica presenta una curva bien definida con relación al descenso de registros de riqueza llegando casi a la asíntota. Aunado a lo anterior, las estimaciones de riqueza de Boostrap y Chao sugieren que la región alberga entre 3 y 6 especies adicionales a las observadas durante el trabajo de campo.

***Figura 59: Curva de rarefacción y extrapolación de especies***

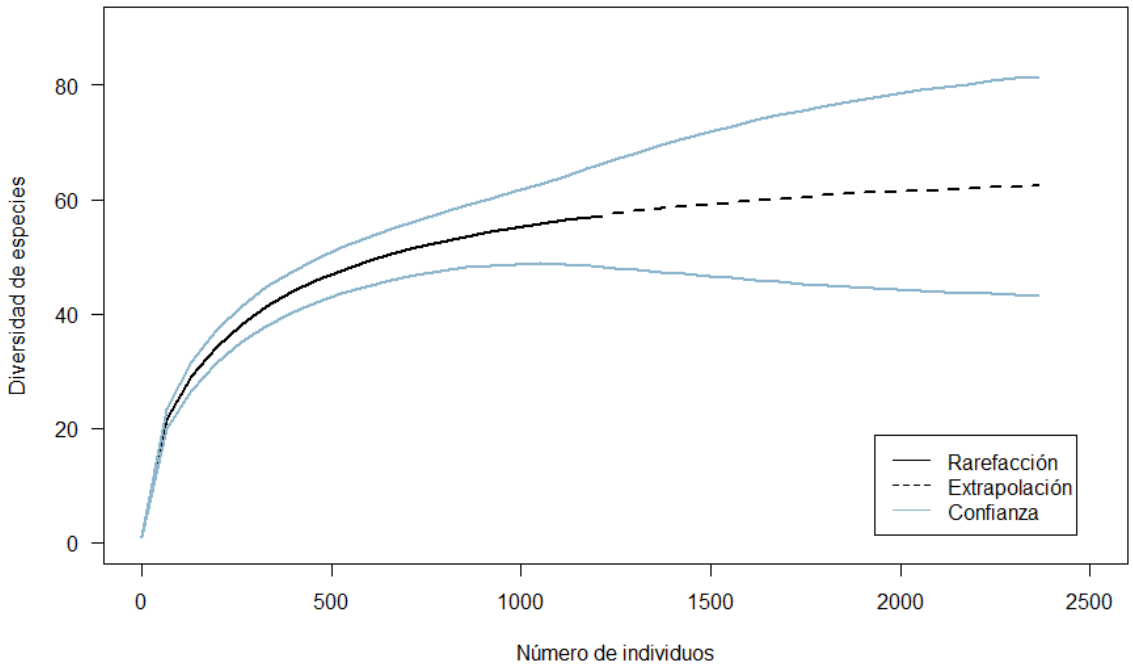



***Tabla 103: Números de Hill***

| Números de Hill | |
|---|---|
| *q0* | **57** |
| *q1* | **20** |
| *q2* | **13** |

Los resultados muestran que en el SAR hay un total de 57 especies de fauna ($q_0$). Sin embargo, al considerar qué tan comunes o abundantes son estas especies, la diversidad efectiva disminuye a 20 ($q_1$) y luego a 13 ($q_2$). Esto significa que, aunque hay 57 especies presentes, la comunidad tiene una diversidad equivalente a 20 especies igualmente abundantes, pero con fuerte dominio de las 13 especies más comunes.

### *Parámetros Cuantitativos*

#### *Índice de Valor Ecológico*

- Mamíferos

***Tabla 104: Índice de Valor Ecológico de los mamíferos en el SAR***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Actividad | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Actividad relativa | IVE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Canis latrans* | Coyote | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 400 | 20 | 20 | 30.77 | 70.77 |
| 2 | *Odocoileus virginianus* | Venado de cola blanca | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 400 | 20 | 20 | 30.77 | 70.77 |
| 3 | *Sylvilagus audubonii* | Conejo del desierto | 6 | 0.01 | 6 | 10 | 500 | 60 | 60 | 38.46 | 158.46 |
| **Total** | | | **10** | **0.02** | **10** | **16.67** | **1300** | **100** | **100** | **100** | **300** |

Los mamíferos del SAR suman en muestra 3 especies, en la que destaca el conejo de desierto (*Sylvilagus audubonii*) en relación con la sumatoria de individuos contabilizados fuera del AP, asimismo destaca también los valores del coyote (*Canis latrans*) y el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con relación a la densidad y frecuencia obtenidas.

- Aves

***Tabla 105: Índice de Valor Ecológico de las aves en el SAR***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Actividad | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Actividad relativa | IVE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Anas platyrhynchos* | Pato de collar | 8 | 0.01 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.69 | 0.23 | 2.47 | 3.39 |
| 2 | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.09 | 0.23 | 1.24 | 1.55 |
| 3 | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | 15 | 0.03 | 13 | 21.67 | 866.67 | 1.29 | 2.96 | 2.14 | 6.39 |
| 4 | *Auriparus flaviceps* | Baloncillo | 6 | 0.01 | 6 | 10.00 | 666.67 | 0.51 | 1.37 | 1.65 | 3.53 |
| 5 | *Buteo jamaicensis* | Aguililla cola roja | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 1000.00 | 0.17 | 0.46 | 2.47 | 3.10 |
| 6 | *Campylorhynchus brunneicapillus* | Matraca del desierto | 11 | 0.02 | 7 | 11.67 | 772.73 | 0.94 | 1.59 | 1.91 | 4.45 |
| 7 | *Caracara plancus* | Caracara quebrantahuesos | 6 | 0.01 | 4 | 6.67 | 1000.00 | 0.51 | 0.91 | 2.47 | 3.90 |
| 8 | *Cardellina pusilla* | Chipe corona negra | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.09 | 0.23 | 1.24 | 1.55 |
| 9 | *Cathartes aura* | Zopilote aura | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.09 | 0.23 | 2.47 | 2.79 |
| 10 | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | 115 | 0.19 | 18 | 30.00 | 991.30 | 9.85 | 4.10 | 2.45 | 16.41 |
| 11 | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | 4 | 0.01 | 4 | 6.67 | 500.00 | 0.34 | 0.91 | 1.24 | 2.49 |
| 12 | *Columbina inca* | Tortolita cola larga | 7 | 0.01 | 4 | 6.67 | 1000.00 | 0.60 | 0.91 | 2.47 | 3.98 |
| 13 | *Corvus corax* | Cuervo común | 28 | 0.05 | 13 | 21.67 | 875.00 | 2.40 | 2.96 | 2.16 | 7.52 |
| 14 | *Corvus cryptoleucus* | Cuervo llanero | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 666.67 | 0.26 | 0.68 | 1.65 | 2.59 |
| 15 | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | 5 | 0.01 | 4 | 6.67 | 1000.00 | 0.43 | 0.91 | 2.47 | 3.81 |
| 16 | *Empidonax fulvifrons* | Papamoscas pecho canela | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.09 | 0.23 | 2.47 | 2.79 |
| 17 | *Empidonax minimus* | Papamoscas chico | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 750.00 | 0.17 | 0.46 | 1.85 | 2.48 |
| 18 | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | 7 | 0.01 | 7 | 11.67 | 571.43 | 0.60 | 1.59 | 1.41 | 3.61 |
| 19 | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | 8 | 0.01 | 8 | 13.33 | 562.50 | 0.69 | 1.82 | 1.39 | 3.90 |
| 20 | *Falco sparverius* | Cernícalo americano | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 833.33 | 0.26 | 0.68 | 2.06 | 3.00 |
| 21 | *Geococcyx californianus* | Correcaminos norteño | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.09 | 0.23 | 2.47 | 2.79 |
| 22 | *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | 94 | 0.16 | 21 | 35.00 | 893.62 | 8.05 | 4.78 | 2.21 | 15.05 |
| 23 | *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | 149 | 0.25 | 27 | 45.00 | 989.93 | 12.77 | 6.15 | 2.45 | 21.37 |
| 24 | *Icterus bullockii* | Calandria cejas naranjas | 3 | 0.01 | 2 | 3.33 | 1000.00 | 0.26 | 0.46 | 2.47 | 3.18 |
| 25 | *Icterus wagleri* | Calandria de Wagler | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 833.33 | 0.26 | 0.68 | 2.06 | 3.00 |
| 26 | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | 20 | 0.03 | 14 | 23.33 | 850.00 | 1.71 | 3.19 | 2.10 | 7.00 |
| 27 | *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.09 | 0.23 | 1.24 | 1.55 |
| 28 | *Melozone fusca* | Rascador viejita | 58 | 0.10 | 37 | 61.67 | 905.17 | 4.97 | 8.43 | 2.24 | 15.64 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Actividad | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Actividad relativa | IVE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | *Mimus polyglottos* | Centzontle norteño | 4 | 0.01 | 4 | 6.67 | 875.00 | 0.34 | 0.91 | 2.16 | 3.42 |
| 30 | *Passer domesticus* | Gorrión Doméstico | 7 | 0.01 | 2 | 3.33 | 1000.00 | 0.60 | 0.46 | 2.47 | 3.53 |
| 31 | *Passerina caerulea* | Picogordo azul | 33 | 0.06 | 25 | 41.67 | 803.03 | 2.83 | 5.69 | 1.99 | 10.51 |
| 32 | *Peucaea botterii* | Zacatonero de Botteri | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.09 | 0.23 | 1.24 | 1.55 |
| 33 | *Pitangus sulphuratus* | Luis bienteveo | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 500.00 | 0.26 | 0.68 | 1.24 | 2.18 |
| 34 | *Plegadis chihi* | Ibis ojos rojos | 60 | 0.10 | 4 | 6.67 | 1000.00 | 5.14 | 0.91 | 2.47 | 8.52 |
| 35 | *Polioptila caerulea* | Perlita azulgris | 11 | 0.02 | 11 | 18.33 | 636.36 | 0.94 | 2.51 | 1.57 | 5.02 |
| 36 | *Psaltriparus minimus* | Sastrecillo | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 500.00 | 0.17 | 0.46 | 1.24 | 1.86 |
| 37 | *Pyrocephalus rubinus* | Papamoscas cardenalito | 8 | 0.01 | 5 | 8.33 | 937.50 | 0.69 | 1.14 | 2.32 | 4.14 |
| 38 | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | 5 | 0.01 | 3 | 5.00 | 1000.00 | 0.43 | 0.68 | 2.47 | 3.58 |
| 39 | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | 4 | 0.01 | 4 | 6.67 | 750.00 | 0.34 | 0.91 | 1.85 | 3.11 |
| 40 | *Selasphorus platycercus* | Zumbador cola ancha | 3 | 0.01 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.26 | 0.23 | 2.47 | 2.96 |
| 41 | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | 7 | 0.01 | 4 | 6.67 | 1000.00 | 0.60 | 0.91 | 2.47 | 3.98 |
| 42 | *Spinus psaltria* | Jilguerito dominico | 50 | 0.08 | 33 | 55.00 | 720.00 | 4.28 | 7.52 | 1.78 | 13.58 |
| 43 | *Spizella passerina* | Gorrión cejas blancas | 17 | 0.03 | 3 | 5.00 | 823.53 | 1.46 | 0.68 | 2.04 | 4.18 |
| 44 | *Sturnella lilianae* | Pradero altiplanero | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.09 | 0.23 | 1.24 | 1.55 |
| 45 | *Thryomanes bewickii* | Saltapared cola larga | 14 | 0.02 | 12 | 20.00 | 500.00 | 1.20 | 2.73 | 1.24 | 5.17 |
| 46 | *Toxostoma curvirostre* | Cuicacoche pico curvo | 38 | 0.06 | 36 | 60.00 | 710.53 | 3.26 | 8.20 | 1.76 | 13.21 |
| 47 | *Troglodytes aedon* | Saltapared común | 4 | 0.01 | 4 | 6.67 | 875.00 | 0.34 | 0.91 | 2.16 | 3.42 |
| 48 | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | 35 | 0.06 | 16 | 26.67 | 814.29 | 3.00 | 3.64 | 2.01 | 8.66 |
| 49 | *Zenaida asiatica* | Paloma alas blancas | 201 | 0.34 | 28 | 46.67 | 995.02 | 17.22 | 6.38 | 2.46 | 26.06 |
| 50 | *Zenaida macroura* | Huilota común | 96 | 0.16 | 28 | 46.67 | 979.17 | 8.23 | 6.38 | 2.42 | 17.03 |
| **Total** | | | **1167** | **1.95** | **439** | **731.67** | **40447.78** | **100** | **100** | **100** | **300** |

Las aves del SAR suman en muestra 50 especies, en la que destaca la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*) con relación a la sumatoria de individuos contabilizados fuera del AP, asimismo destaca también los valores de la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) y el rascador viejita (*Melozone fusca*) con relación a la densidad y frecuencia obtenidas.

- Reptiles

***Tabla 106: Índice de Valor Ecológico de los reptiles en el SAR***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Actividad | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Actividad relativa | IVE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Salvadora bairdi* | Culebra chata mexicana | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000 | 25 | 33.33 | 33.33 | 91.67 |
| 2 | *Sceloporus spinosus* | Lagartija espinosa mexicana | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000 | 25 | 33.33 | 33.33 | 91.67 |
| 3 | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | 2 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000 | 50 | 33.33 | 33.33 | 116.67 |
| **Total** | | | **4** | **0.01** | **3** | **5** | **3000** | **100** | **100** | **100** | **300** |

Los reptiles del SAR suman en muestra 3 especies, en la que destaca la lagartija espinosa de collar (*Sceloporus torquatus*) con relación a la sumatoria de individuos contabilizados fuera del AP, asimismo destaca también los valores de la lagartija espinosa mexicana (*Sceloporus spinosus*) y la culebra chata mexicana (*Salvadora bairdi*) con relación a la densidad y frecuencia obtenidas.

- Anfibios

Para los anfibios solo se registró una especie por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los anfibios en el SAR.

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni |
|---|---|---|---|
| 1 | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | 2 |

Consulta Pública

### *Abundancia relativa*

- Mamíferos

***Tabla 107: Abundancia relativa de las especies de mamíferos en el SAR***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Canis latrans* | Coyote | 2 | 0.20 |
| 2 | *Odocoileus virginianus* | Venado de cola blanca | 2 | 0.20 |
| 3 | *Sylvilagus audubonii* | Conejo del desierto | 6 | 0.60 |
| **Total** | | | **10** | **1** |

Los valores de abundancia encontrados para el total de especies de mamíferos del SAR reflejan valores similares con los encontrados para el IVE, en la cual destacan el conejo del desierto, el coyote y el venado de cola blanca.

- Aves

***Tabla 108: Abundancia relativa de las especies de aves en el SAR***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Anas platyrhynchos* | Pato de collar | 8 | 0.01 |
| 2 | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | 1 | 0.00 |
| 3 | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | 15 | 0.01 |
| 4 | *Auriparus flaviceps* | Baloncillo | 6 | 0.01 |
| 5 | *Buteo jamaicensis* | Aguililla cola roja | 2 | 0.00 |
| 6 | *Campylorhynchus brunneicapillus* | Matraca del desierto | 11 | 0.01 |
| 7 | *Caracara plancus* | Caracara quebrantahuesos | 6 | 0.01 |
| 8 | *Cardellina pusilla* | Chipe corona negra | 1 | 0.00 |
| 9 | *Cathartes aura* | Zopilote aura | 1 | 0.00 |
| 10 | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | 115 | 0.10 |
| 11 | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | 4 | 0.00 |
| 12 | *Columbina inca* | Tortolita cola larga | 7 | 0.01 |
| 13 | *Corvus corax* | Cuervo común | 28 | 0.02 |
| 14 | *Corvus cryptoleucus* | Cuervo llanero | 3 | 0.00 |
| 15 | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | 5 | 0.00 |
| 16 | *Empidonax fulvifrons* | Papamoscas pecho canela | 1 | 0.00 |
| 17 | *Empidonax minimus* | Papamoscas chico | 2 | 0.00 |
| 18 | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | 7 | 0.01 |
| 19 | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | 8 | 0.01 |
| 20 | *Falco sparverius* | Cernícalo americano | 3 | 0.00 |
| 21 | *Geococcyx californianus* | Correcaminos norteño | 1 | 0.00 |
| 22 | *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | 94 | 0.08 |
| 23 | *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | 149 | 0.13 |
| 24 | *Icterus bullockii* | Calandria cejas naranjas | 3 | 0.00 |
| 25 | *Icterus wagleri* | Calandria de Wagler | 3 | 0.00 |
| 26 | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | 20 | 0.02 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|
| 27 | *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | 1 | 0.00 |
| 28 | *Melozone fusca* | Rascador viejita | 58 | 0.05 |
| 29 | *Mimus polyglottos* | Centzontle norteño | 4 | 0.00 |
| 30 | *Passer domesticus* | Gorrión Doméstico | 7 | 0.01 |
| 31 | *Passerina caerulea* | Picogordo azul | 33 | 0.03 |
| 32 | *Peucaea botterii* | Zacatonero de Botteri | 1 | 0.00 |
| 33 | *Pitangus sulphuratus* | Luis bienteveo | 3 | 0.00 |
| 34 | *Plegadis chihi* | Ibis ojos rojos | 60 | 0.05 |
| 35 | *Polioptila caerulea* | Perlita azulgris | 11 | 0.01 |
| 36 | *Psaltriparus minimus* | Sastrecillo | 2 | 0.00 |
| 37 | *Pyrocephalus rubinus* | Papamoscas cardenalito | 8 | 0.01 |
| 38 | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | 5 | 0.00 |
| 39 | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | 4 | 0.00 |
| 40 | *Selasphorus platycercus* | Zumbador cola ancha | 3 | 0.00 |
| 41 | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | 7 | 0.01 |
| 42 | *Spinus psaltria* | Jilguerito dominico | 50 | 0.04 |
| 43 | *Spizella passerina* | Gorrión cejas blancas | 17 | 0.01 |
| 44 | *Sturnella lilianae* | Pradero altiplanero | 1 | 0.00 |
| 45 | *Thryomanes bewickii* | Saltapared cola larga | 14 | 0.01 |
| 46 | *Toxostoma curvirostre* | Cuicacoche pico curvo | 38 | 0.03 |
| 47 | *Troglodytes aedon* | Saltapared común | 4 | 0.00 |
| 48 | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | 35 | 0.03 |
| 49 | *Zenaida asiatica* | Paloma alas blancas | 201 | 0.17 |
| 50 | *Zenaida macroura* | Huilota común | 96 | 0.08 |
| **Total** | | | **1167** | **1** |

Los valores de abundancia encontrados para el total de especies de aves del SAR reflejan valores coincidentes con los encontrados para el IVE, en la paloma alas blancas, la golondrina tijereta y el rascador viejita muestran los valores más altos.

- Reptiles

***Tabla 109: Abundancia relativa de las especies de reptiles en el SAR de la 1era temporada***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Salvadora bairdi* | Culebra chata mexicana | 1 | 0.25 |
| 2 | *Sceloporus spinosus* | Lagartija espinosa mexicana | 1 | 0.25 |
| 3 | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | 2 | 0.50 |
| **Total** | | | **4** | **1** |

Los valores de abundancia encontrados para el total de especies de reptiles del SAR reflejan valores coincidentes con los encontrados para el IVE, en la cual la lagartija espinosa de collar ocupa los valores más significativos.

- Anfibios

Consulta Pública

Para esta clase solo se registró una especie por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los anfibios en el SAR.

### *Índices de biodiversidad alfa*

- Mamíferos

***Tabla 110: Índices para los mamíferos en el SAR***

| *Mamíferos* | |
|---|---|
| ***Índice de Margalef*** | |
| | |
| ***Índice de Simpson*** | |
| | |
| ***Índice de Shannon-Weaver*** | |
| | |
| ***Índice de Pielou*** | |
| | |

Los resultados indican que, la comunidad de mamíferos presenta una dominancia media-baja, alta diversidad específica y alta equitatividad, reflejando un ecosistema equilibrado sin especies dominantes.

- Aves

***Tabla 111: Índices para las aves en el SAR***

| *Aves* | |
|---|---|
| ***Índice de Margalef*** | |
| ***Dmg*** | ***6.94*** |
| ***Índice de Simpson*** | |
| ***1-Dsi*** | ***0.92*** |
| ***Índice de Shannon-Weaver*** | |
| ***H'*** | ***2.95*** |
| ***Índice de Pielou*** | |
| ***J'*** | ***0.75*** |

Los resultados indican que, la comunidad de aves presenta una alta diversidad, baja dominancia, alta diversidad específica y equitatividad media-alta, reflejando un ecosistema bien estructurado y medianamente equilibrado.

Consulta Pública

- Reptiles

***Tabla 112: Índices para los reptiles en el SAR***

| *Reptiles* | |
|---|---|
| ***Índice de Margalef*** | |
| ***Dmg*** | ***1.24*** |
| ***Índice de Simpson*** | |
| ***1-Dsi*** | ***0.63*** |
| ***Índice de Shannon-Weaver*** | |
| ***H'*** | ***1.04*** |
| ***Índice de Pielou*** | |
| ***J'*** | ***0.95*** |

Los resultados muestran que la comunidad de reptiles presenta una diversidad media-baja pero con alta diversidad específica, dominancia media-baja y elevada equitatividad, lo que indica un ecosistema equilibrado donde las especies presentes se distribuyen de manera homogénea.

- Anfibios

Los resultados para la comunidad de anfibios se ven limitados por la presencia de una sola especie por lo que la capacidad de reflejar adecuadamente la estructura de anfibios no es idónea.

#### *4.4.2.1.3 AIP*

##### *4.4.2.1.3.1 Fauna registrada*

Se presenta el listado de fauna registrada en el AIP:

***Tabla 113: Listado de especies de vertebrados terrestres registradas para el AIP***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Accipitriformes | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | Pr | LC |
| Anura | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | Pr | LC |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | sc | LC |
| Apodiformes | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | sc | LC |
| Apodiformes | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | sc | LC |
| Apodiformes | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | sc | LC |
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | sc | NT |
| Artiodactyla | *Odocoileus virginianus* | Venado de cola blanca | sc | LC |
| Carnivora | *Canis latrans* | Coyote | sc | LC |
| Columbiformes | *Columbina inca* | Tortolita cola larga | sc | LC |
| Columbiformes | *Streptopelia decaocto* | Paloma de collar turca | sc | LC |
| Columbiformes | *Zenaida asiatica* | Paloma alas blancas | sc | LC |
| Columbiformes | *Zenaida macroura* | Huilota común | sc | LC |
| Cuculiformes | *Geococcyx californianus* | Correcaminos norteño | sc | LC |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Falconiformes | *Caracara plancus* | Caracara quebrantahuesos | sc | LC |
| Falconiformes | *Falco sparverius* | Cernícalo americano | sc | LC |
| Galliformes | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | sc | NT |
| Lagomorpha | *Lepus californicus* | Liebre cola negra | sc | LC |
| Lagomorpha | *Sylvilagus audubonii* | Conejo del desierto | sc | LC |
| Lagomorpha | *Sylvilagus floridanus* | Conejo serrano | sc | LC |
| Passeriformes | *Auriparus flaviceps* | Baloncillo | sc | LC |
| Passeriformes | *Campylorhynchus brunneicapillus* | Matraca del desierto | sc | LC |
| Passeriformes | *Catharus guttatus* | Zorzal cola canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | sc | LC |
| Passeriformes | *Corvus corax* | Cuervo común | sc | LC |
| Passeriformes | *Corvus cryptoleucus* | Cuervo llanero | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax fulvifrons* | Papamoscas pecho canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax minimus* | Papamoscas chico | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | sc | LC |
| Passeriformes | *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | sc | LC |
| Passeriformes | *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus bullockii* | Calandria cejas naranjas | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus cucullatus* | Calandria dorso negro menor | sc | LC |
| Passeriformes | *Icterus wagleri* | Calandria de Wagler | sc | LC |
| Passeriformes | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | sc | NT |
| Passeriformes | *Melozone fusca* | Rascador viejita | sc | LC |
| Passeriformes | *Mimus polyglottos* | Centzontle norteño | sc | LC |
| Passeriformes | *Molothrus ater* | Tordo cabeza café | sc | LC |
| Passeriformes | *Passerina caerulea* | Picogordo azul | sc | LC |
| Passeriformes | *Peucaea botterii* | Zacatonero de Botteri | sc | LC |
| Passeriformes | *Phainopepla nitens* | Capulinero negro | sc | LC |
| Passeriformes | *Polioptila caerulea* | Perlita azulgris | sc | LC |
| Passeriformes | *Pyrocephalus rubinus* | Papamoscas cardenalito | sc | LC |
| Passeriformes | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | sc | LC |
| Passeriformes | *Spinus psaltria* | Jilguerito dominico | sc | LC |
| Passeriformes | *Sturnella lilianae* | Pradero altiplanero | sc | NR |
| Passeriformes | *Thryomanes bewickii* | Saltapared cola larga | sc | LC |
| Passeriformes | *Toxostoma curvirostre* | Cuicacoche pico curvo | sc | LC |
| Passeriformes | *Troglodytes aedon* | Saltapared común | sc | LC |
| Passeriformes | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | sc | LC |
| Pelecaniformes | *Plegadis chihi* | Ibis ojos rojos | sc | LC |
| Piciformes | *Dryobates scalaris* | Carpintero mexicano | sc | LC |
| Piciformes | *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | sc | LC |
| Squamata | *Sceloporus spinosus* | Lagartija espinosa mexicana | sc | LC |
| Squamata | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | sc | LC |

Consulta Pública

La fauna registrada para el AIP obedece a un total de 56 especies contenidas en 46 géneros y 14 órdenes de vertebrados terrestres. De los órdenes inscritos, en términos de riqueza destaca el grupo de las aves cantoras (Passeriformes) con la presencia de 31 especies en 25 géneros. Por otro lado, se encontraron 2 especies categorizadas bajo el estatus de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT, que se presentan a continuación.

***Tabla 114: Especies en la NOM-059-SEMARNAT en el AIP***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM |
|---|---|---|---|
| Accipitriformes | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | Pr |
| Anura | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | Pr |

Se encuentran 3 especies categorizadas bajo un estatus en la lista roja de IUCN, que se presentan a continuación.

***Tabla 115: Especies en la lista roja de la IUCN en el SAR***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | IUCN |
|---|---|---|---|
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | NT |
| Galliformes | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | NT |
| Passeriformes | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | NT |

Se identificaron 7 especies se encuentran categorizadas dentro de la CITES.

***Tabla 116: Especies en la CITES en el SAR***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Cites |
|---|---|---|---|
| Accipitriformes | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | II |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | II |
| Apodiformes | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | II |
| Apodiformes | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | II |
| Apodiformes | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | II |
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | II |
| Falconiformes | *Falco sparverius* | Cernícalo americano | II |

Se identificaron 11 especies en alguna clasificación de endemismo.

***Tabla 117: Especies endémicas en el SAR***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Endemismo |
|---|---|---|---|
| Anura | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | EN |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | SE |
| Apodiformes | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | SE |
| Apodiformes | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | SE |
| Passeriformes | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | SE |
| Passeriformes | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | SE |
| Passeriformes | *Icterus bullockii* | Calandria cejas naranjas | SE |
| Passeriformes | *Icterus cucullatus* | Calandria dorso negro menor | SE |
| Passeriformes | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | SE |

Consulta Pública

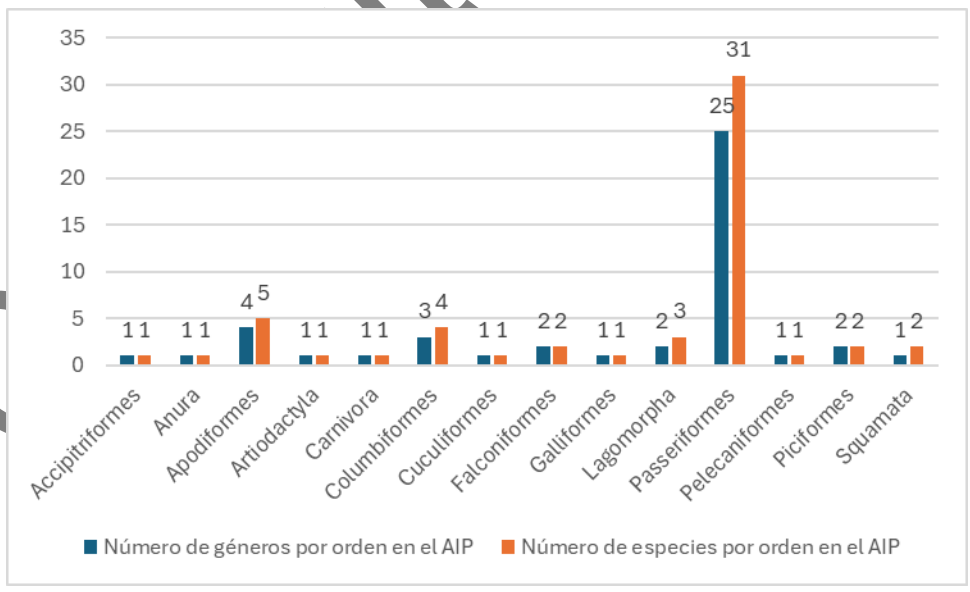
| Orden | Nombre científico | Nombre común | Endemismo |
|---|---|---|---|
| Squamata | *Sceloporus spinosus* | Lagartija espinosa mexicana | EN |
| Squamata | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | EN |

Y se encontraron 14 especies migratorias.

***Tabla 118: Especies migratorias en el SAR***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Estacionalidad |
|---|---|---|---|
| Accipitriformes | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | MI |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | MI |
| Apodiformes | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | T |
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | T |
| Columbiformes | *Zenaida macroura* | Huilota común | MI |
| Passeriformes | *Catharus guttatus* | Zorzal cola canela | MI |
| Passeriformes | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | MI |
| Passeriformes | *Empidonax minimus* | Papamoscas chico | T |
| Passeriformes | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | MI |
| Passeriformes | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | MI |
| Passeriformes | *Icterus bullockii* | Calandria cejas naranjas | MI |
| Passeriformes | *Icterus cucullatus* | Calandria dorso negro menor | MI |
| Passeriformes | *Phainopepla nitens* | Capulinero negro | MI |
| Passeriformes | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | MI |

***Figura 60: Gráfica comparativa de la diversidad de vertebrados terrestres genérica y especifica muestreada en el AIP***




Consulta Pública

***Figura 61: Curva de acumulación de especies del AIP***

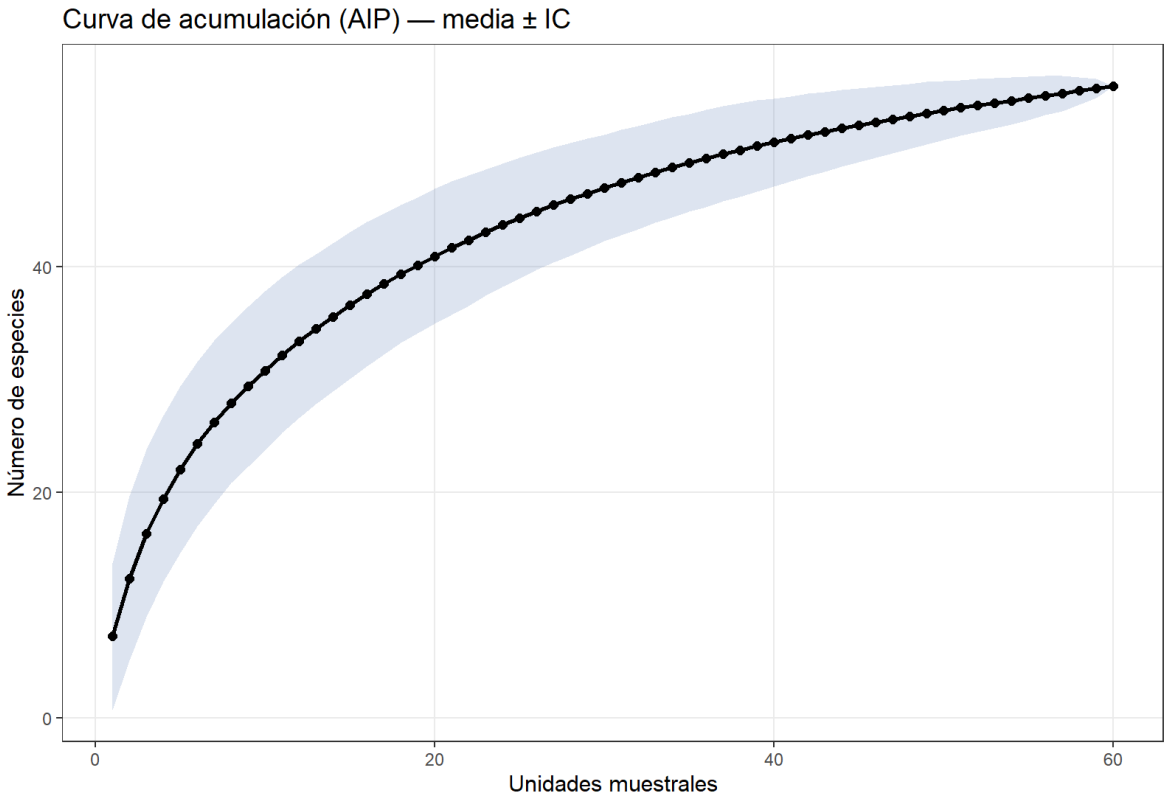



***Tabla 119: Estimación de especies en el AIP***

| Clase | Riqueza (*S*) | Bootstrap | Chao1 | Chao2 |
|---|---|---|---|---|
| General | 56 | 62 | 62 | 66 |

La curva de acumulación de especies para el AIP proyecta un panorama donde el registro de organismos desciende a valor menor a 1 después de la unidad o sitio décimo sexta unidad o sitio, por lo que no existe la probabilidad de que se encuentren especies nuevas, la gráfica presenta una curva bien definida con relación al descenso de registros de riqueza llegando casi a la asíntota. Aunado a lo anterior, las estimaciones de riqueza de Boostrap y Chao sugieren que la región alberga entre 6 y 10 especies adicionales a las observadas durante el trabajo de campo.

Consulta

***Figura 62: Curva de rarefacción y extrapolación de especies***

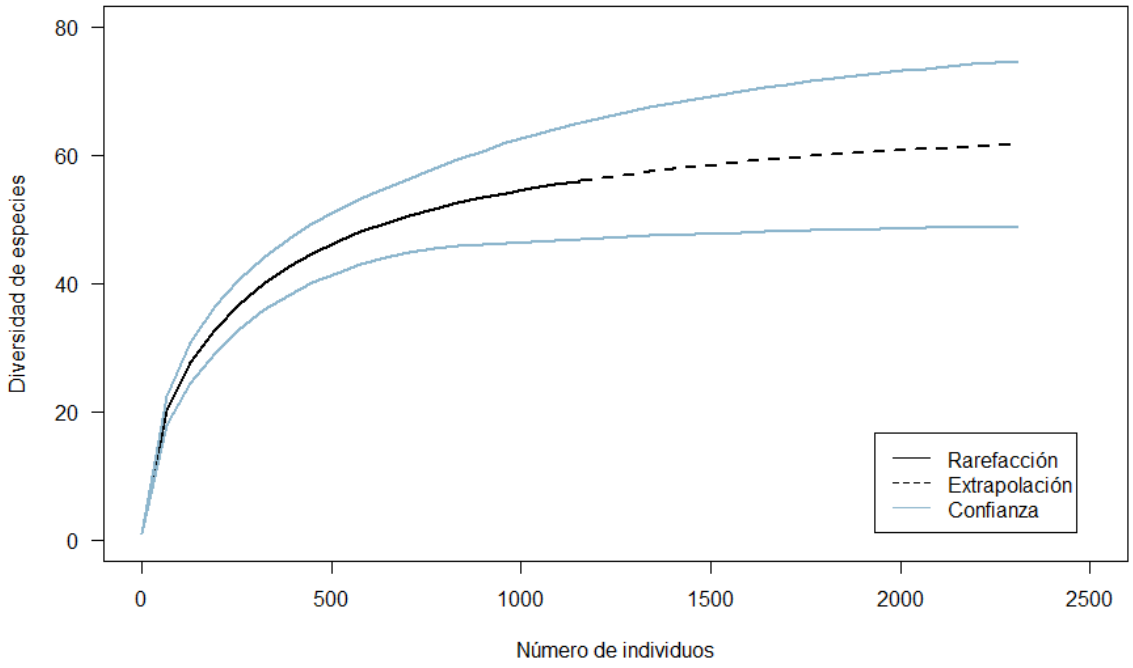



***Tabla 120: Números de Hill***

| Números de Hill | |
|---|---|
| *q0* | **56** |
| *q1* | **18** |
| *q2* | **11** |

Los resultados muestran que en el AIP hay un total de 56 especies de fauna ($q_0$). Sin embargo, al considerar qué tan comunes o abundantes son estas especies, la diversidad efectiva disminuye a 18 ($q_1$) y luego a 11 ($q_2$). Esto significa que, aunque hay 56 especies presentes, la comunidad tiene una diversidad equivalente a 18 especies igualmente abundantes, pero con fuerte dominio de las 11 especies más comunes.

Consulta

### *Parámetros Cuantitativos*

#### *Índice de Valor Ecológico*

- Mamíferos

***Tabla 121: Índice de Valor Ecológico de los mamíferos en el AIP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Actividad | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Actividad relativa | IVE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Canis latrans* | Coyote | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 400 | 5.88 | 5.88 | 18.68 | 30.44 |
| 2 | *Lepus californicus* | Liebre cola negra | 4 | 0.01 | 4 | 6.67 | 425 | 23.53 | 23.53 | 19.84 | 66.90 |
| 3 | *Odocoileus virginianus* | Venado de cola blanca | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 450 | 11.76 | 11.76 | 21.01 | 44.54 |
| 4 | *Sylvilagus audubonii* | Conejo del desierto | 9 | 0.02 | 9 | 15.00 | 466.67 | 52.94 | 52.94 | 21.79 | 127.67 |
| 5 | *Sylvilagus floridanus* | Conejo serrano | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 400 | 5.88 | 5.88 | 18.68 | 30.44 |
| **Total** | | | **17** | **0.03** | **17.00** | **28.33** | **2141.67** | **100** | **100** | **100** | **300** |

Los mamíferos del AIP suman en muestra 5 especies, de ellas destaca el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) en la relación a la sumatoria de individuos contabilizados dentro del AIP, la liebre cola negra (*Lepus* californicus) y el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) destacando por su densidad y frecuencia.

- Aves

***Tabla 122: Índice de Valor Ecológico de las aves en el AIP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Actividad | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Actividad relativa | IVE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.09 | 0.24 | 2.64 | 2.98 |
| 2 | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 666.67 | 0.27 | 0.73 | 1.76 | 2.76 |
| 3 | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | 16 | 0.03 | 15 | 25.00 | 812.50 | 1.42 | 3.66 | 2.15 | 7.23 |
| 4 | *Auriparus flaviceps* | Baloncillo | 5 | 0.01 | 5 | 8.33 | 800.00 | 0.45 | 1.22 | 2.12 | 3.78 |
| 5 | *Campylorhynchus brunneicapillus* | Matraca del desierto | 7 | 0.01 | 4 | 6.67 | 785.71 | 0.62 | 0.98 | 2.08 | 3.68 |
| 6 | *Caracara plancus* | Caracara quebrantahuesos | 4 | 0.01 | 3 | 5.00 | 1000.00 | 0.36 | 0.73 | 2.64 | 3.73 |
| 7 | *Catharus guttatus* | Zorzal cola canela | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.09 | 0.24 | 1.32 | 1.66 |
| 8 | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | 114 | 0.19 | 22 | 36.67 | 995.61 | 10.15 | 5.37 | 2.63 | 18.15 |
| 9 | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 500.00 | 0.27 | 0.73 | 1.32 | 2.32 |
| 10 | *Columbina inca* | Tortolita cola larga | 6 | 0.01 | 6 | 10.00 | 916.67 | 0.53 | 1.46 | 2.42 | 4.42 |
| 11 | *Corvus corax* | Cuervo común | 162 | 0.27 | 13 | 21.67 | 969.14 | 14.43 | 3.17 | 2.56 | 20.16 |
| 12 | *Corvus cryptoleucus* | Cuervo llanero | 4 | 0.01 | 3 | 5.00 | 750.00 | 0.36 | 0.73 | 1.98 | 3.07 |
| 13 | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | 4 | 0.01 | 4 | 6.67 | 1000.00 | 0.36 | 0.98 | 2.64 | 3.98 |
| 14 | *Dryobates scalaris* | Carpintero mexicano | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 500.00 | 0.18 | 0.49 | 1.32 | 1.99 |
| 15 | *Empidonax fulvifrons* | Papamoscas pecho canela | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.09 | 0.24 | 2.64 | 2.98 |
| 16 | *Empidonax minimus* | Papamoscas chico | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.09 | 0.24 | 1.32 | 1.66 |
| 17 | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | 6 | 0.01 | 6 | 10.00 | 750.00 | 0.53 | 1.46 | 1.98 | 3.98 |
| 18 | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | 7 | 0.01 | 7 | 11.67 | 500.00 | 0.62 | 1.71 | 1.32 | 3.65 |
| 19 | *Falco sparverius* | Cernícalo americano | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 833.33 | 0.27 | 0.73 | 2.20 | 3.20 |
| 20 | *Geococcyx californianus* | Correcaminos norteño | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 750.00 | 0.18 | 0.49 | 1.98 | 2.65 |
| 21 | *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | 18 | 0.03 | 13 | 21.67 | 638.89 | 1.60 | 3.17 | 1.69 | 6.46 |
| 22 | *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | 149 | 0.25 | 32 | 53.33 | 976.51 | 13.27 | 7.80 | 2.58 | 23.66 |
| 23 | *Icterus bullockii* | Calandria cejas naranjas | 5 | 0.01 | 2 | 3.33 | 1000.00 | 0.45 | 0.49 | 2.64 | 3.58 |
| 24 | *Icterus cucullatus* | Calandria dorso negro menor | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.09 | 0.24 | 1.32 | 1.66 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Actividad | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Actividad relativa | IVE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | *Icterus wagleri* | Calandria de Wagler | 7 | 0.01 | 6 | 10.00 | 785.71 | 0.62 | 1.46 | 2.08 | 4.16 |
| 26 | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | 13 | 0.02 | 11 | 18.33 | 961.54 | 1.16 | 2.68 | 2.54 | 6.38 |
| 27 | *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 833.33 | 0.27 | 0.73 | 2.20 | 3.20 |
| 28 | *Melozone fusca* | Rascador viejita | 55 | 0.09 | 31 | 51.67 | 954.55 | 4.90 | 7.56 | 2.52 | 14.98 |
| 29 | *Mimus polyglottos* | Centzontle norteño | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 833.33 | 0.27 | 0.73 | 2.20 | 3.20 |
| 30 | *Molothrus ater* | Tordo cabeza café | 2 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.18 | 0.24 | 2.64 | 3.07 |
| 31 | *Passerina caerulea* | Picogordo azul | 29 | 0.05 | 23 | 38.33 | 844.83 | 2.58 | 5.61 | 2.23 | 10.43 |
| 32 | *Peucaea botterii* | Zacatonero de Botteri | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 500.00 | 0.18 | 0.49 | 1.32 | 1.99 |
| 33 | *Phainopepla nitens* | Capulinero negro | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 1000.00 | 0.18 | 0.49 | 2.64 | 3.31 |
| 34 | *Plegadis chihi* | Ibis ojos rojos | 107 | 0.18 | 5 | 8.33 | 1000.00 | 9.53 | 1.22 | 2.64 | 13.39 |
| 35 | *Polioptila caerulea* | Perlita azulgris | 14 | 0.02 | 12 | 20.00 | 607.14 | 1.25 | 2.93 | 1.61 | 5.78 |
| 36 | *Pyrocephalus rubinus* | Papamoscas cardenalito | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 1000.00 | 0.27 | 0.73 | 2.64 | 3.64 |
| 37 | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | 5 | 0.01 | 3 | 5.00 | 1000.00 | 0.45 | 0.73 | 2.64 | 3.82 |
| 38 | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | 5 | 0.01 | 5 | 8.33 | 600.00 | 0.45 | 1.22 | 1.59 | 3.25 |
| 39 | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | 5 | 0.01 | 3 | 5.00 | 1000.00 | 0.45 | 0.73 | 2.64 | 3.82 |
| 40 | *Spinus psaltria* | Jilguerito dominico | 41 | 0.07 | 30 | 50.00 | 756.10 | 3.65 | 7.32 | 2.00 | 12.97 |
| 41 | *Streptopelia decaocto* | Paloma de collar turca | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.09 | 0.24 | 1.32 | 1.66 |
| 42 | *Sturnella lilianae* | Pradero altiplanero | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.09 | 0.24 | 1.32 | 1.66 |
| 43 | *Thryomanes bewickii* | Saltapared cola larga | 17 | 0.03 | 15 | 25.00 | 529.41 | 1.51 | 3.66 | 1.40 | 6.57 |
| 44 | *Toxostoma curvirostre* | Cuicacoche pico curvo | 30 | 0.05 | 27 | 45.00 | 733.33 | 2.67 | 6.59 | 1.94 | 11.20 |
| 45 | *Troglodytes aedon* | Saltapared común | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.09 | 0.24 | 1.32 | 1.66 |
| 46 | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | 28 | 0.05 | 14 | 23.33 | 803.57 | 2.49 | 3.41 | 2.13 | 8.03 |
| 47 | *Zenaida asiatica* | Paloma alas blancas | 184 | 0.31 | 36 | 60.00 | 989.13 | 16.38 | 8.78 | 2.62 | 27.78 |
| 48 | *Zenaida macroura* | Huilota común | 40 | 0.07 | 19 | 31.67 | 937.50 | 3.56 | 4.63 | 2.48 | 10.68 |
| **Total** | | | **1123** | **1.87** | **410** | **683.33** | **37814.51** | **100** | **100** | **100** | **300** |

Las aves del AIP suman en muestra 48 especies, de ellas destaca la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*) con relación a la sumatoria de individuos contabilizados dentro del AIP, asimismo destacan también los valores del cuervo común (*Corvus corax*) y la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) en relación con la densidad y frecuencia obtenidas.

- Reptiles

***Tabla 123: Especies de reptiles en el AIP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni |
|---|---|---|---|
| 1 | *Sceloporus spinosus* | Lagartija espinosa mexicana | 3 |
| 2 | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | 8 |

Los reptiles en la segunda temporada suman en muestra 2 especies, por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los reptiles en el AIP.

- Anfibios

***Tabla 124: Especie anfibios en el AIP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni |
|---|---|---|---|
| 1 | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | 4 |

Para los anfibios del AIP solo se registró una especie por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los anfibios en el AIP.

Consulta Pública

### *Abundancia relativa*

- Mamíferos

***Tabla 125: Abundancia relativa de las especies de mamíferos en el AIP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Canis latrans* | Coyote | 1 | 0.06 |
| 2 | *Lepus californicus* | Liebre cola negra | 4 | 0.24 |
| 3 | *Odocoileus virginianus* | Venado de cola blanca | 2 | 0.12 |
| 4 | *Sylvilagus audubonii* | Conejo del desierto | 9 | 0.53 |
| 5 | *Sylvilagus floridanus* | Conejo serrano | 1 | 0.06 |
| **Total** | | | **17** | **1** |

Los valores de abundancia encontrados para el total de especies de mamíferos del AIP reflejan valores coincidentes con los encontrados para el IVE, en la cual el conejo del desierto ocupa los valores más significativos.

- Aves

***Tabla 126: Abundancia relativa de las especies de aves en el AIP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | 1 | 0.00 |
| 2 | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | 3 | 0.00 |
| 3 | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | 16 | 0.01 |
| 4 | *Auriparus flaviceps* | Baloncillo | 5 | 0.00 |
| 5 | *Campylorhynchus brunneicapillus* | Matraca del desierto | 7 | 0.01 |
| 6 | *Caracara plancus* | Caracara quebrantahuesos | 4 | 0.00 |
| 7 | *Catharus guttatus* | Zorzal cola canela | 1 | 0.00 |
| 8 | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | 114 | 0.10 |
| 9 | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | 3 | 0.00 |
| 10 | *Columbina inca* | Tortolita cola larga | 6 | 0.01 |
| 11 | *Corvus corax* | Cuervo común | 162 | 0.14 |
| 12 | *Corvus cryptoleucus* | Cuervo llanero | 4 | 0.00 |
| 13 | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | 4 | 0.00 |
| 14 | *Dryobates scalaris* | Carpintero mexicano | 2 | 0.00 |
| 15 | *Empidonax fulvifrons* | Papamoscas pecho canela | 1 | 0.00 |
| 16 | *Empidonax minimus* | Papamoscas chico | 1 | 0.00 |
| 17 | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | 6 | 0.01 |
| 18 | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | 7 | 0.01 |
| 19 | *Falco sparverius* | Cernícalo americano | 3 | 0.00 |
| 20 | *Geococcyx californianus* | Correcaminos norteño | 2 | 0.00 |
| 21 | *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | 18 | 0.02 |
| 22 | *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | 149 | 0.13 |
| 23 | *Icterus bullockii* | Calandria cejas naranjas | 5 | 0.00 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|
| 24 | *Icterus cucullatus* | Calandria dorso negro menor | 1 | 0.00 |
| 25 | *Icterus wagleri* | Calandria de Wagler | 7 | 0.01 |
| 26 | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | 13 | 0.01 |
| 27 | *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | 3 | 0.00 |
| 28 | *Melozone fusca* | Rascador viejita | 55 | 0.05 |
| 29 | *Mimus polyglottos* | Centzontle norteño | 3 | 0.00 |
| 30 | *Molothrus ater* | Tordo cabeza café | 2 | 0.00 |
| 31 | *Passerina caerulea* | Picogordo azul | 29 | 0.03 |
| 32 | *Peucaea botterii* | Zacatonero de Botteri | 2 | 0.00 |
| 33 | *Phainopepla nitens* | Capulinero negro | 2 | 0.00 |
| 34 | *Plegadis chihi* | Ibis ojos rojos | 107 | 0.10 |
| 35 | *Polioptila caerulea* | Perlita azulgris | 14 | 0.01 |
| 36 | *Pyrocephalus rubinus* | Papamoscas cardenalito | 3 | 0.00 |
| 37 | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | 5 | 0.00 |
| 38 | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | 5 | 0.00 |
| 39 | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | 5 | 0.00 |
| 40 | *Spinus psaltria* | Jilguerito dominico | 41 | 0.04 |
| 41 | *Streptopelia decaocto* | Paloma de collar turca | 1 | 0.00 |
| 42 | *Sturnella lilianae* | Pradero altiplanero | 1 | 0.00 |
| 43 | *Thryomanes bewickii* | Saltapared cola larga | 17 | 0.02 |
| 44 | *Toxostoma curvirostre* | Cuicacoche pico curvo | 30 | 0.03 |
| 45 | *Troglodytes aedon* | Saltapared común | 1 | 0.00 |
| 46 | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | 28 | 0.02 |
| 47 | *Zenaida asiatica* | Paloma alas blancas | 184 | 0.16 |
| 48 | *Zenaida macroura* | Huilota común | 40 | 0.04 |
| **Total** | | | **1123** | **1** |

Los valores de abundancia encontrados para el total de especies de aves del AIP reflejan valores coincidentes con los encontrados para el IVE, en la cual la paloma alas blancas ocupa los valores más significativos.

- Reptiles

***Tabla 127: Abundancia relativa de las especies de reptiles en el AIP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni |
|---|---|---|---|
| 1 | *Sceloporus spinosus* | Lagartija espinosa mexicana | 3 |
| 2 | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | 8 |

Los reptiles suman en muestra 2 especies, por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los reptiles en el AIP.

Consulta Pública

- Anfibios

***Tabla 128: Abundancia relativa de las especies de anfibios en el AIP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni |
|---|---|---|---|
| 1 | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | 4 |

Para anfibios solo se tuvo un registro por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de anfibios.

### *Índices de biodiversidad alfa*

- Mamíferos

***Tabla 129: Índices para los mamíferos en el AIP***

| *Mamíferos* | |
|---|---|
| ***Índice de Margalef*** | |
| ***Dmg*** | ***1.38*** |
| ***Índice de Simpson*** | |
| ***1-Dsi*** | ***0.64*** |
| ***Índice de Shannon-Weaver*** | |
| ***H'*** | ***1.26*** |
| ***Índice de Pielou*** | |
| ***J'*** | ***0.78*** |

Los resultados indican que la comunidad de mamíferos presenta una dominancia media-baja, alta diversidad especifica y media-alta equitatividad reflejando un ecosistema equilibrado para la estructura de mamíferos.

- Aves

***Tabla 130: Índices para las aves en el AIP***

| *Aves* | |
|---|---|
| ***Índice de Margalef*** | |
| ***Dmg*** | ***6.69*** |
| ***Índice de Simpson*** | |
| ***1-Dsi*** | ***0.91*** |
| ***Índice de Shannon-Weaver*** | |
| ***H'*** | ***2.80*** |
| ***Índice de Pielou*** | |
| ***J'*** | ***0.72*** |

Los resultados indican que, la comunidad de aves presenta una alta diversidad, baja dominancia, alta diversidad específica y una equitatividad media-alta, reflejando un ecosistema bien estructurado y medianamente equilibrado.

Consulta Publica

- Reptiles

Para los reptiles solo se registraron 2 especies, por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de reptiles.

- Anfibios

Solo se registraron dos especies de anfibios, por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de anfibios.

#### *4.4.2.1.4 AP*

##### *4.4.2.1.4.1 Fauna registrada*

Se presenta el listado de fauna registrada en el AP.

***Tabla 131: Listado de especies de vertebrados terrestres registradas para el AP***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Accipitriformes | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | Pr | LC |
| Accipitriformes | *Coragyps atratus* | Zopilote común | sc | LC |
| Anura | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | Pr | LC |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | sc | LC |
| Apodiformes | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | sc | LC |
| Apodiformes | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | sc | LC |
| Apodiformes | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | sc | LC |
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | sc | NT |
| Carnivora | *Canis latrans* | Coyote | sc | LC |
| Cathartiformes | *Cathartes aura* | Zopilote aura | sc | LC |
| Columbiformes | *Columbina inca* | Tortolita cola larga | sc | LC |
| Columbiformes | *Zenaida asiatica* | Paloma alas blancas | sc | LC |
| Columbiformes | *Zenaida macroura* | Huilota común | sc | LC |
| Cuculiformes | *Geococcyx californianus* | Correcaminos norteño | sc | LC |
| Falconiformes | *Caracara plancus* | Caracara quebrantahuesos | sc | LC |
| Galliformes | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | sc | NT |
| Lagomorpha | *Sylvilagus floridanus* | Conejo serrano | sc | LC |
| Passeriformes | *Anthus rubescens* | Bisbita norteamericana | sc | LC |
| Passeriformes | *Auriparus flaviceps* | Baloncillo | sc | LC |
| Passeriformes | *Campylorhynchus brunneicapillus* | Matraca del desierto | sc | LC |
| Passeriformes | *Cardellina pusilla* | Chipe corona negra | sc | LC |
| Passeriformes | *Catharus guttatus* | Zorzal cola canela | sc | LC |
| Passeriformes | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | sc | LC |
| Passeriformes | *Corvus corax* | Cuervo común | sc | LC |
| Passeriformes | *Corvus cryptoleucus* | Cuervo llanero | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | sc | LC |
| Passeriformes | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | sc | LC |
| Passeriformes | *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | sc | LC |
| Passeriformes | *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | sc | LC |

Consulta Pública

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM | IUCN |
|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | *Icterus wagleri* | Calandria de Wagler | sc | LC |
| Passeriformes | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | sc | NT |
| Passeriformes | *Leiothlypis celata* | Chipe oliváceo | sc | LC |
| Passeriformes | *Melozone fusca* | Rascador viejita | sc | LC |
| Passeriformes | *Mimus polyglottos* | Centzontle norteño | sc | LC |
| Passeriformes | *Passerina caerulea* | Picogordo azul | sc | LC |
| Passeriformes | *Peucaea botterii* | Zacatonero de Botteri | sc | LC |
| Passeriformes | *Polioptila caerulea* | Perlita azulgris | sc | LC |
| Passeriformes | *Psaltriparus minimus* | Sastrecillo | sc | LC |
| Passeriformes | *Pyrocephalus rubinus* | Papamoscas cardenalito | sc | LC |
| Passeriformes | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | sc | LC |
| Passeriformes | *Spinus psaltria* | Jilguerito dominico | sc | LC |
| Passeriformes | *Spizella passerina* | Gorrión cejas blancas | sc | LC |
| Passeriformes | *Thryomanes bewickii* | Saltapared cola larga | sc | LC |
| Passeriformes | *Toxostoma curvirostre* | Cuicacoche pico curvo | sc | LC |
| Passeriformes | *Troglodytes aedon* | Saltapared común | sc | LC |
| Passeriformes | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | sc | LC |
| Piciformes | *Dryobates scalaris* | Carpintero mexicano | sc | LC |
| Piciformes | *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | sc | LC |
| Squamata | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | sc | LC |

La fauna registrada para la AP obedece a un total de 49 especies contenidas en 45 géneros y 13 órdenes de vertebrados terrestres. De los órdenes inscritos, en términos de riqueza destaca el grupo de las aves cantoras (Passeriformes) con la presencia de 29 especies en 27 géneros. Por otro lado, se encuentran 2 especies categorizadas bajo el estatus de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT, que se presentan a continuación.

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM |
|---|---|---|---|
| Accipitriformes | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | Pr |
| Anura | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | Pr |

Se encuentran 3 especies categorizadas bajo un estatus de casi amenazado (NT) en la lista roja de IUCN, que se presentan a continuación.

***Tabla 132: Especies en la lista roja de la IUCN en el AP***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | IUCN |
|---|---|---|---|
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | NT |
| Galliformes | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | NT |
| Passeriformes | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | NT |

6 especies se encuentran categorizadas dentro de la CITES.

Consulta Pública

*Tabla 133: Especies en la CITES en el AP*

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Cites |
|---|---|---|---|
| Accipitriformes | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | II |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | II |
| Apodiformes | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | II |
| Apodiformes | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | II |
| Apodiformes | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | II |
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | II |

8 especies en alguna clasificación de endemismo.

*Tabla 134: Especies endémicas en el AP*

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Endemismo |
|---|---|---|---|
| Anura | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | EN |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | SE |
| Apodiformes | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | SE |
| Apodiformes | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | SE |
| Passeriformes | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | SE |
| Passeriformes | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | SE |
| Passeriformes | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | SE |
| Squamata | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | EN |

Y se encontraron 14 especies migratorias.

*Tabla 135: Especies migratorias en el AP*

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Estacionalidad |
|---|---|---|---|
| Accipitriformes | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | MI |
| Apodiformes | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | MI |
| Apodiformes | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | T |
| Apodiformes | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | T |
| Columbiformes | *Zenaida macroura* | Huilota común | MI |
| Passeriformes | *Anthus rubescens* | Bisbita norteamericana | MI |
| Passeriformes | *Cardellina pusilla* | Chipe corona negra | MI |
| Passeriformes | *Catharus guttatus* | Zorzal cola canela | MI |
| Passeriformes | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | MI |
| Passeriformes | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | MI |
| Passeriformes | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | MI |
| Passeriformes | *Leiothlypis celata* | Chipe oliváceo | MI |
| Passeriformes | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | MI |
| Passeriformes | *Spizella passerina* | Gorrión cejas blancas | MI |

Consulta Pública

***Figura 63: Gráfica comparativa de la diversidad de vertebrados terrestres genérica y especifica muestreada en el AP***

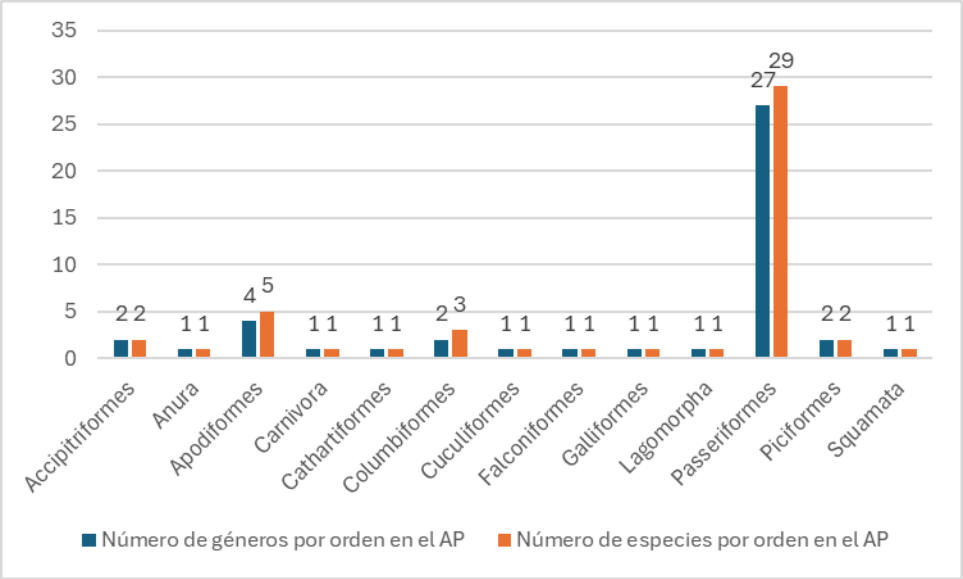



***Figura 64: Curva de acumulación de especies en el AP***

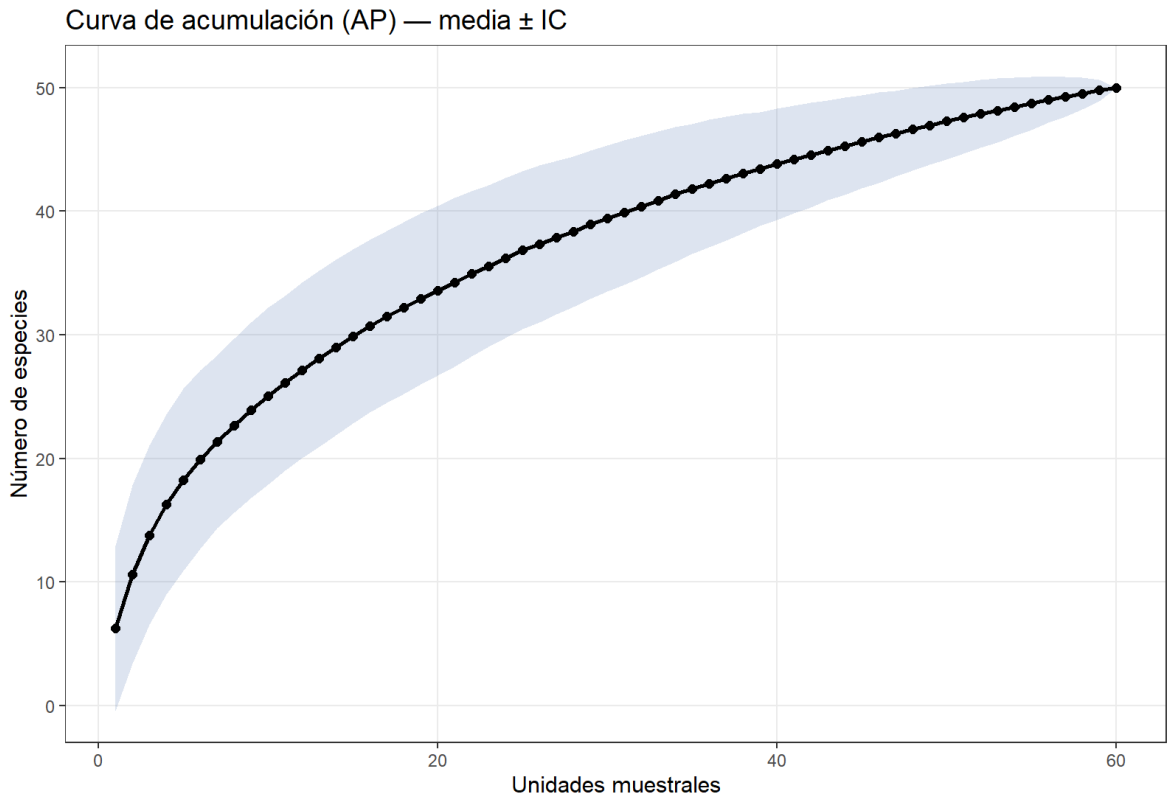



***Tabla 136: Estimación de especies en el AP***

| Clase | Riqueza (*S*) | Bootstrap | Chao1 | Chao2 |
|---|---|---|---|---|
| General | 49 | 57 | 65 | 61 |

La curva de acumulación de especies para el AP proyecta un panorama donde el registro de organismos desciende a valor menor a 1 después de la unidad o sitio 12, la gráfica presenta una curva bien definida sin llegar a la asíntota. Aunado a lo anterior, las estimaciones de riqueza de Boostrap y Chao sugieren que la región alberga entre 8 y 16 especies adicionales a las observadas durante el trabajo de campo.

***Figura 65: Curva de muestreo de rarefacción y extrapolación***

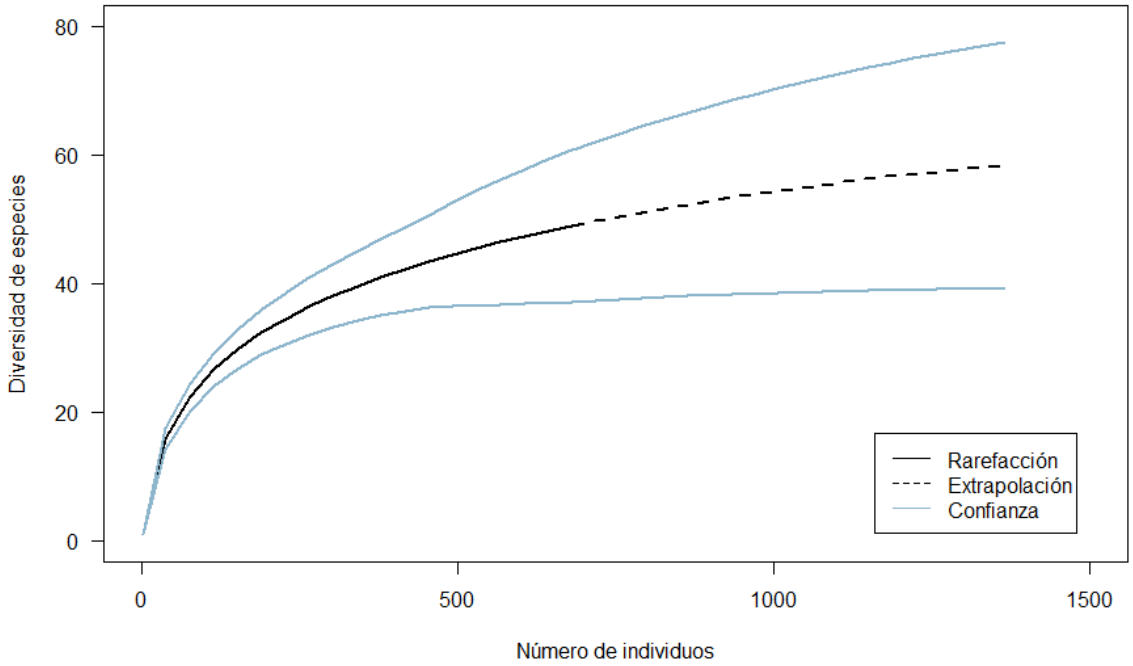



***Tabla 137: Números de Hill***

| Números de Hill | |
|---|---|
| *q0* | **49** |
| *q1* | **18** |
| *q2* | **11** |

Los resultados muestran que en el AP hay un total de 49 especies de fauna ($q_0$). Sin embargo, al considerar qué tan comunes o abundantes son estas especies, la diversidad efectiva disminuye a 18 ($q_1$) y luego a 11 ($q_2$). Esto significa que, aunque hay 49 especies presentes, la comunidad tiene una diversidad equivalente a 18 especies igualmente abundantes, pero con fuerte dominio de las 11 especies más comunes.

Consu

### *Parámetros Cuantitativos*

#### *Índice de Valor Ecológico*

- Mamíferos

Para los mamíferos del AP solo se registraron 2 especies, por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los mamíferos.

***Tabla 138: Especies de mamíferos en el AP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni |
|---|---|---|---|
| 1 | *Canis latrans* | Coyote | 2 |
| 2 | *Sylvilagus floridanus* | Conejo serrano | 4 |

- Aves

***Tabla 139: Índice de Valor Ecológico de las aves en el AP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Actividad | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Actividad relativa | IVE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.15 | 0.27 | 2.95 | 3.36 |
| 2 | Anthus rubescens | Bisbita norteamericana | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.15 | 0.27 | 1.47 | 1.89 |
| 3 | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 500.00 | 0.30 | 0.54 | 1.47 | 2.31 |
| 4 | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | 5 | 0.01 | 4 | 6.67 | 700.00 | 0.74 | 1.08 | 2.06 | 3.88 |
| 5 | *Auriparus flaviceps* | Baloncillo | 9 | 0.02 | 9 | 15.00 | 555.56 | 1.34 | 2.42 | 1.64 | 5.39 |
| 6 | *Campylorhynchus brunneicapillus* | Matraca del desierto | 8 | 0.01 | 7 | 11.67 | 687.50 | 1.19 | 1.88 | 2.03 | 5.09 |
| 7 | *Caracara plancus* | Caracara quebrantahuesos | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 1000.00 | 0.45 | 0.81 | 2.95 | 4.20 |
| 8 | *Cardellina pusilla* | Chipe corona negra | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 500.00 | 0.45 | 0.81 | 1.47 | 2.73 |
| 9 | *Cathartes aura* | Zopilote aura | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.15 | 0.27 | 2.95 | 3.36 |
| 10 | *Catharus guttatus* | Zorzal cola canela | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.15 | 0.27 | 1.47 | 1.89 |
| 11 | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | 17 | 0.03 | 3 | 5.00 | 1000.00 | 2.52 | 0.81 | 2.95 | 6.28 |
| 12 | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.15 | 0.27 | 1.47 | 1.89 |
| 13 | *Columbina inca* | Tortolita cola larga | 6 | 0.01 | 3 | 5.00 | 1000.00 | 0.89 | 0.81 | 2.95 | 4.64 |
| 14 | *Coragyps atratus* | Zopilote común | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.15 | 0.27 | 2.95 | 3.36 |
| 15 | *Corvus corax* | Cuervo común | 12 | 0.02 | 9 | 15.00 | 875.00 | 1.78 | 2.42 | 2.58 | 6.78 |
| 16 | *Corvus cryptoleucus* | Cuervo llanero | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.15 | 0.27 | 1.47 | 1.89 |
| 17 | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.15 | 0.27 | 2.95 | 3.36 |
| 18 | *Dryobates scalaris* | Carpintero mexicano | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 750.00 | 0.30 | 0.54 | 2.21 | 3.04 |
| 19 | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | 17 | 0.03 | 15 | 25.00 | 588.24 | 2.52 | 4.03 | 1.73 | 8.29 |
| 20 | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | 9 | 0.02 | 8 | 13.33 | 666.67 | 1.34 | 2.15 | 1.96 | 5.45 |
| 21 | *Geococcyx californianus* | Correcaminos norteño | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.15 | 0.27 | 2.95 | 3.36 |
| 22 | *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | 30 | 0.05 | 23 | 38.33 | 633.33 | 4.45 | 6.18 | 1.87 | 12.50 |
| 23 | *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | 122 | 0.20 | 32 | 53.33 | 983.61 | 18.10 | 8.60 | 2.90 | 29.60 |
| 24 | *Icterus wagleri* | Calandria de Wagler | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.15 | 0.27 | 1.47 | 1.89 |
| 25 | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | 10 | 0.02 | 10 | 16.67 | 850.00 | 1.48 | 2.69 | 2.51 | 6.68 |
| 26 | *Leiothlypis celata* | Chipe oliváceo | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 500.00 | 0.15 | 0.27 | 1.47 | 1.89 |
| 27 | *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 833.33 | 0.45 | 0.81 | 2.46 | 3.71 |
| 28 | *Melozone fusca* | Rascador viejita | 48 | 0.08 | 34 | 56.67 | 885.42 | 7.12 | 9.14 | 2.61 | 18.87 |
| 29 | *Mimus polyglottos* | Centzontle norteño | 6 | 0.01 | 4 | 6.67 | 1000.00 | 0.89 | 1.08 | 2.95 | 4.91 |
| 30 | *Passerina caerulea* | Picogordo azul | 19 | 0.03 | 18 | 30.00 | 578.95 | 2.82 | 4.84 | 1.71 | 9.36 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Densidad | Apariciones | Frecuencia | Actividad | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Actividad relativa | IVE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | *Peucaea botterii* | Zacatonero de Botteri | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 500.00 | 0.30 | 0.54 | 1.47 | 2.31 |
| 32 | *Polioptila caerulea* | Perlita azulgris | 15 | 0.03 | 15 | 25.00 | 566.67 | 2.23 | 4.03 | 1.67 | 7.93 |
| 33 | *Psaltriparus minimus* | Sastrecillo | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 500.00 | 0.30 | 0.54 | 1.47 | 2.31 |
| 34 | *Pyrocephalus rubinus* | Papamoscas cardenalito | 1 | 0.00 | 1 | 1.67 | 1000.00 | 0.15 | 0.27 | 2.95 | 3.36 |
| 35 | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | 5 | 0.01 | 4 | 6.67 | 900.00 | 0.74 | 1.08 | 2.65 | 4.47 |
| 36 | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 833.33 | 0.45 | 0.81 | 2.46 | 3.71 |
| 37 | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | 4 | 0.01 | 2 | 3.33 | 1000.00 | 0.59 | 0.54 | 2.95 | 4.08 |
| 38 | *Spinus psaltria* | Jilguerito dominico | 45 | 0.08 | 34 | 56.67 | 700.00 | 6.68 | 9.14 | 2.06 | 17.88 |
| 39 | *Spizella passerina* | Gorrión cejas blancas | 2 | 0.00 | 2 | 3.33 | 500.00 | 0.30 | 0.54 | 1.47 | 2.31 |
| 40 | *Thryomanes bewickii* | Saltapared cola larga | 18 | 0.03 | 17 | 28.33 | 555.56 | 2.67 | 4.57 | 1.64 | 8.88 |
| 41 | *Toxostoma curvirostre* | Cuicacoche pico curvo | 23 | 0.04 | 20 | 33.33 | 652.17 | 3.41 | 5.38 | 1.92 | 10.71 |
| 42 | *Troglodytes aedon* | Saltapared común | 3 | 0.01 | 3 | 5.00 | 1000.00 | 0.45 | 0.81 | 2.95 | 4.20 |
| 43 | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | 12 | 0.02 | 8 | 13.33 | 708.33 | 1.78 | 2.15 | 2.09 | 6.02 |
| 44 | *Zenaida asiatica* | Paloma alas blancas | 124 | 0.21 | 34 | 56.67 | 987.90 | 18.40 | 9.14 | 2.91 | 30.45 |
| 45 | *Zenaida macroura* | Huilota común | 73 | 0.12 | 22 | 36.67 | 938.36 | 10.83 | 5.91 | 2.77 | 19.51 |
| **Total** | | | **674** | **1.12** | **372** | **620** | **33929.92** | **100** | **100** | **100** | **300** |

Las aves del AP suman en muestra 45 especies, de ellas destaca el IVE la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*) con relación a la sumatoria de individuos contabilizados dentro del AP y su densidad, asimismo destacan también los valores obtenidos para el rascador viejita (*Melozone fusca*) con relación a la frecuencia obtenida.

- Reptiles

Para esta clase solo se registró una especie, por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los anfibios en el AP.

***Tabla 140: Especies de reptiles en el AP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni |
|---|---|---|---|
| 1 | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | 1 |

- Anfibios

Para esta clase solo se registró una especie, por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los anfibios en el AP.

***Tabla 141: Especies de anfibios en el AP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni |
|---|---|---|---|
| 1 | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | 1 |

Consulta Pública

### *Abundancia relativa*

- Mamíferos

Para esta clase solo se registraron dos especies por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los mamíferos en el AP.

***Tabla 142: Especies de mamíferos en el AP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni |
|---|---|---|---|
| 1 | *Canis latrans* | Coyote | 2 |
| 2 | *Sylvilagus floridanus* | Conejo serrano | 4 |

- Aves

***Tabla 143: Abundancia relativa de las especies de aves en el AP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Astur cooperii* | Gavilán de Cooper | 1 | 0.00 |
| 2 | *Anthus rubescens* | Bisbita norteamericana | 1 | 0.00 |
| 3 | *Archilochus alexandri* | Colibrí barba negra | 2 | 0.00 |
| 4 | *Archilochus colubris* | Colibrí garganta rubí | 5 | 0.01 |
| 5 | *Auriparus flaviceps* | Baloncillo | 9 | 0.01 |
| 6 | *Campylorhynchus brunneicapillus* | Matraca del desierto | 8 | 0.01 |
| 7 | *Caracara plancus* | Caracara quebrantahuesos | 3 | 0.00 |
| 8 | *Cardellina pusilla* | Chipe corona negra | 3 | 0.00 |
| 9 | *Cathartes aura* | Zopilote aura | 1 | 0.00 |
| 10 | *Catharus guttatus* | Zorzal cola canela | 1 | 0.00 |
| 11 | *Chondestes grammacus* | Gorrión arlequín | 17 | 0.03 |
| 12 | *Colinus virginianus* | Codorniz cotuí | 1 | 0.00 |
| 13 | *Columbina inca* | Tortolita cola larga | 6 | 0.01 |
| 14 | *Coragyps atratus* | Zopilote común | 1 | 0.00 |
| 15 | *Corvus corax* | Cuervo común | 12 | 0.02 |
| 16 | *Corvus cryptoleucus* | Cuervo llanero | 1 | 0.00 |
| 17 | *Cynanthus latirostris* | Colibrí pico ancho norteño | 1 | 0.00 |
| 18 | *Dryobates scalaris* | Carpintero mexicano | 2 | 0.00 |
| 19 | *Empidonax oberholseri* | Papamoscas matorralero | 17 | 0.03 |
| 20 | *Empidonax wrightii* | Papamoscas Bajacolita | 9 | 0.01 |
| 21 | *Geococcyx californianus* | Correcaminos norteño | 1 | 0.00 |
| 22 | *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | 30 | 0.04 |
| 23 | *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | 122 | 0.18 |
| 24 | *Icterus wagleri* | Calandria de Wagler | 1 | 0.00 |
| 25 | *Lanius ludovicianus* | Verdugo americano | 10 | 0.01 |
| 26 | *Leiothlypis celata* | Chipe oliváceo | 1 | 0.00 |
| 27 | *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | 3 | 0.00 |
| 28 | *Melozone fusca* | Rascador viejita | 48 | 0.07 |
| 29 | *Mimus polyglottos* | Centzontle norteño | 6 | 0.01 |

Consulta Pública

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni | Abundancia relativa |
|---|---|---|---|---|
| 30 | *Passerina caerulea* | Picogordo azul | 19 | 0.03 |
| 31 | *Peucaea botterii* | Zacatonero de Botteri | 2 | 0.00 |
| 32 | *Polioptila caerulea* | Perlita azulgris | 15 | 0.02 |
| 33 | *Psaltriparus minimus* | Sastrecillo | 2 | 0.00 |
| 34 | *Pyrocephalus rubinus* | Papamoscas cardenalito | 1 | 0.00 |
| 35 | *Ramosomyia violiceps* | Colibrí corona violeta | 5 | 0.01 |
| 36 | *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | 3 | 0.00 |
| 37 | *Selasphorus rufus* | Zumbador canelo | 4 | 0.01 |
| 38 | *Spinus psaltria* | Jilguerito dominico | 45 | 0.07 |
| 39 | *Spizella passerina* | Gorrión cejas blancas | 2 | 0.00 |
| 40 | *Thryomanes bewickii* | Saltapared cola larga | 18 | 0.03 |
| 41 | *Toxostoma curvirostre* | Cuicacoche pico curvo | 23 | 0.03 |
| 42 | *Troglodytes aedon* | Saltapared común | 3 | 0.00 |
| 43 | *Tyrannus vociferans* | Tirano chibiú | 12 | 0.02 |
| 44 | *Zenaida asiatica* | Paloma alas blancas | 124 | 0.18 |
| 45 | *Zenaida macroura* | Huilota común | 73 | 0.11 |
| | | | **674** | **1** |

Los valores de abundancia encontrados para el total de especies de aves del AP reflejan valores coincidentes con los encontrados para el IVE, en la cual la paloma alas blancas presenta los valores más significativos.

- Reptiles

Para esta clase solo se registró una especie por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los reptiles en el AP.

***Tabla 144: Especie de reptil en el AP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni |
|---|---|---|---|
| 1 | *Sceloporus torquatus* | Lagartija espinosa de collar | 1 |

- Anfibios

Para esta clase solo se registró una especie por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los anfibios en el AP.

***Tabla 145: Especie de anfibio en el AP***

| Especie | Nombre científico | Nombre común | ni |
|---|---|---|---|
| 1 | *Dryophytes eximius* | Rana arborícola de montaña | 1 |

Consulta Pública

### *Índices de biodiversidad alfa*

- Mamíferos

Para esta clase solo se registraron dos especies por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los mamíferos en el AP.

- Aves

***Tabla 146: Índices para las aves en el AP***

| *Aves* | |
|---|---|
| ***Índice de Margalef*** | |
| ***Dmg*** | ***6.75*** |
| ***Índice de Simpson*** | |
| ***1-Dsi*** | ***0.90*** |
| ***Índice de Shannon-Weaver*** | |
| ***H'*** | ***2.84*** |
| ***Índice de Pielou*** | |
| ***J'*** | ***0.74*** |

Los resultados reflejan que la comunidad de aves presenta una alta diversidad, baja dominancia, alta diversidad específica y equitatividad media-alta.

- Reptiles

Para esta clase solo se registró una especie por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los reptiles en el AP.

- Anfibios

Para esta clase solo se registró una especie por lo que se limita la capacidad para reflejar adecuadamente la estructura de los anfibios en el AP.

Consulta Pública

### *Índices de Similitud*

Con el fin de graficar de manera simple las tablas de similitud, los ensambles se abrevian como se indica a continuación:

***Tabla 147: Abreviación de ensambles***

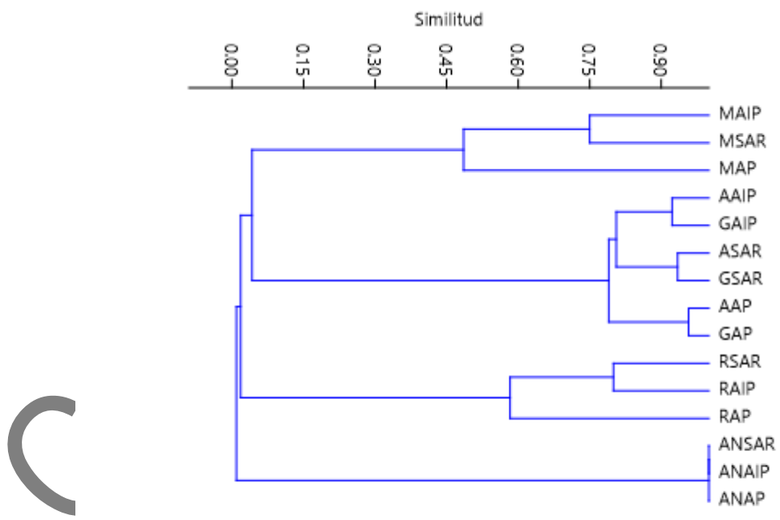
| Abreviación | Ensamble |
|---|---|
| MSAR | Mamíferos del SAR |
| ASAR | Aves del SAR |
| RSAR | Reptiles del SAR |
| ANSAR | Anfibios del SAR |
| GSAR | General del SAR |
| MAIP | Mamíferos del AIP |
| AAIP | Aves del AIP |
| RAIP | Reptiles del AIP |
| ANAIP | Anfibios del AIP |
| GAIP | General del AIP |
| MAP | Mamíferos del AP |
| AAP | Aves del AP |
| RAP | Reptiles del AP |
| ANAP | Anfibios del AP |
| GAP | General del AP |

Consulta Publica

### *Índice de Sørensen-Dice*

***Tabla 148: Índice de Sørensen-Dice para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP***

| Ensamble | MSAR | ASAR | RSAR | ANSAR | GSAR | MAIP | AAIP | RAIP | ANAIP | GAIP | MAP | AAP | RAP | ANAP | GAP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MSAR | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.100 | 0.750 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.102 | 0.400 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.038 |
| ASAR | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.935 | 0.000 | 0.837 | 0.000 | 0.000 | 0.774 | 0.000 | 0.821 | 0.000 | 0.000 | 0.788 |
| RSAR | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.000 | 0.800 | 0.000 | 0.068 | 0.000 | 0.000 | 0.500 | 0.000 | 0.038 |
| ANSAR | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.034 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.035 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.040 |
| GSAR | 0.100 | 0.935 | 0.100 | 0.034 | 1.000 | 0.097 | 0.781 | 0.068 | 0.034 | 0.832 | 0.034 | 0.765 | 0.034 | 0.034 | 0.792 |
| MAIP | 0.750 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.097 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.164 | 0.571 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.074 |
| AAIP | 0.000 | 0.837 | 0.000 | 0.000 | 0.781 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.923 | 0.000 | 0.817 | 0.000 | 0.000 | 0.784 |
| RAIP | 0.000 | 0.000 | 0.800 | 0.000 | 0.068 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.069 | 0.000 | 0.000 | 0.667 | 0.000 | 0.039 |
| ANAIP | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.034 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.035 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.040 |
| GAIP | 0.102 | 0.774 | 0.068 | 0.035 | 0.832 | 0.164 | 0.923 | 0.069 | 0.035 | 1.000 | 0.069 | 0.752 | 0.035 | 0.035 | 0.800 |
| MAP | 0.400 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.034 | 0.571 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.069 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.078 |
| AAP | 0.000 | 0.821 | 0.000 | 0.000 | 0.765 | 0.000 | 0.817 | 0.000 | 0.000 | 0.752 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.957 |
| RAP | 0.000 | 0.000 | 0.500 | 0.000 | 0.034 | 0.000 | 0.000 | 0.667 | 0.000 | 0.035 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.040 |
| ANAP | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.034 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.035 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.040 |
| GAP | 0.038 | 0.788 | 0.038 | 0.040 | 0.792 | 0.074 | 0.784 | 0.039 | 0.040 | 0.800 | 0.078 | 0.957 | 0.040 | 0.040 | 1.000 |

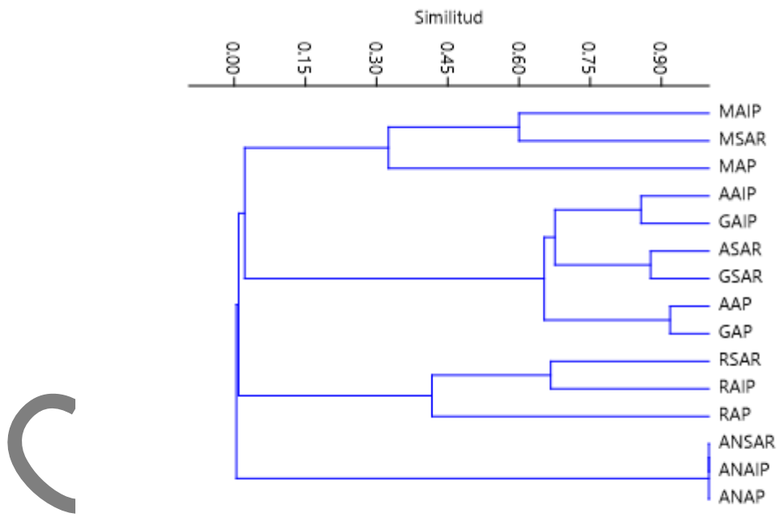



Publica

### *Índice de Jaccard*

***Tabla 149: Índice de Jaccard para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP***

| Ensamble | MSAR | ASAR | RSAR | ANSAR | GSAR | MAIP | AAIP | RAIP | ANAIP | GAIP | MAP | AAP | RAP | ANAP | GAP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MSAR | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.053 | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.054 | 0.250 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.020 |
| ASAR | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.877 | 0.000 | 0.719 | 0.000 | 0.000 | 0.631 | 0.000 | 0.696 | 0.000 | 0.000 | 0.650 |
| RSAR | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.053 | 0.000 | 0.000 | 0.667 | 0.000 | 0.035 | 0.000 | 0.000 | 0.333 | 0.000 | 0.020 |
| ANSAR | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.020 |
| GSAR | 0.053 | 0.877 | 0.053 | 0.018 | 1.000 | 0.051 | 0.641 | 0.035 | 0.018 | 0.712 | 0.017 | 0.619 | 0.018 | 0.018 | 0.656 |
| MAIP | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.051 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.089 | 0.400 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.038 |
| AAIP | 0.000 | 0.719 | 0.000 | 0.000 | 0.641 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.857 | 0.000 | 0.691 | 0.000 | 0.000 | 0.644 |
| RAIP | 0.000 | 0.000 | 0.667 | 0.000 | 0.035 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.036 | 0.000 | 0.000 | 0.500 | 0.000 | 0.020 |
| ANAIP | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.020 |
| GAIP | 0.054 | 0.631 | 0.035 | 0.018 | 0.712 | 0.089 | 0.857 | 0.036 | 0.018 | 1.000 | 0.036 | 0.603 | 0.018 | 0.018 | 0.667 |
| MAP | 0.250 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.017 | 0.400 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.036 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.041 |
| AAP | 0.000 | 0.696 | 0.000 | 0.000 | 0.619 | 0.000 | 0.691 | 0.000 | 0.000 | 0.603 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.918 |
| RAP | 0.000 | 0.000 | 0.333 | 0.000 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.500 | 0.000 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.020 |
| ANAP | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.020 |
| GAP | 0.020 | 0.650 | 0.020 | 0.020 | 0.656 | 0.038 | 0.644 | 0.020 | 0.020 | 0.667 | 0.041 | 0.918 | 0.020 | 0.020 | 1.000 |

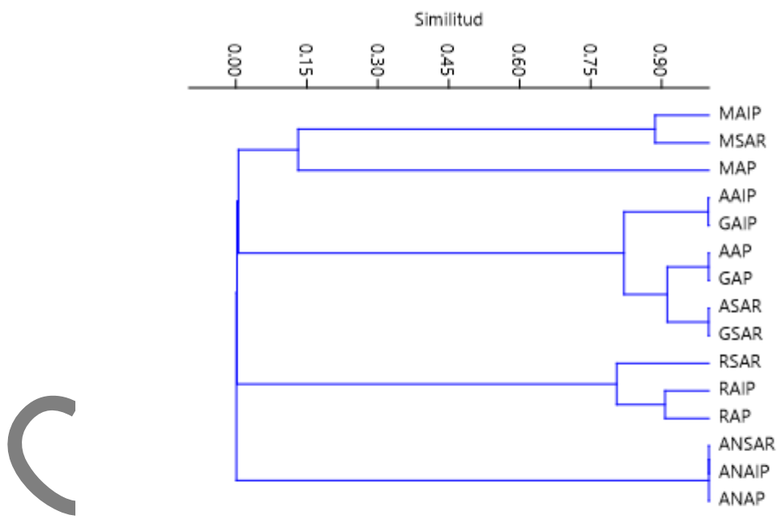



Publica

### *Índice de Morisita*

***Tabla 150: Índice de Morisita para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP***

| Ensamble | MSAR | ASAR | RSAR | ANSAR | GSAR | MAIP | AAIP | RAIP | ANAIP | GAIP | MAP | AAP | RAP | ANAP | GAP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MSAR | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.014 | 0.886 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.020 | 0.134 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| ASAR | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.865 | 0.000 | 0.000 | 0.866 | 0.000 | 0.912 | 0.000 | 0.000 | 0.913 |
| RSAR | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.883 | 0.000 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.727 | 0.000 | 0.003 |
| ANSAR | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.003 |
| GSAR | 0.014 | 1.000 | 0.006 | 0.003 | 1.000 | 0.014 | 0.864 | 0.004 | 0.003 | 0.866 | 0.002 | 0.911 | 0.003 | 0.003 | 0.912 |
| MAIP | 0.886 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.014 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.024 | 0.129 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| AAIP | 0.000 | 0.865 | 0.000 | 0.000 | 0.864 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.999 | 0.000 | 0.776 | 0.000 | 0.000 | 0.776 |
| RAIP | 0.000 | 0.000 | 0.883 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.017 | 0.000 | 0.000 | 0.907 | 0.000 | 0.003 |
| ANAIP | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.003 |
| GAIP | 0.020 | 0.866 | 0.018 | 0.006 | 0.866 | 0.024 | 0.999 | 0.017 | 0.006 | 1.000 | 0.003 | 0.775 | 0.013 | 0.006 | 0.776 |
| MAP | 0.134 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.129 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.015 |
| AAP | 0.000 | 0.912 | 0.000 | 0.000 | 0.911 | 0.000 | 0.776 | 0.000 | 0.000 | 0.775 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| RAP | 0.000 | 0.000 | 0.727 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.907 | 0.000 | 0.013 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.003 |
| ANAP | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.003 |
| GAP | 0.002 | 0.913 | 0.003 | 0.003 | 0.912 | 0.002 | 0.776 | 0.003 | 0.003 | 0.776 | 0.015 | 1.000 | 0.003 | 0.003 | 1.000 |

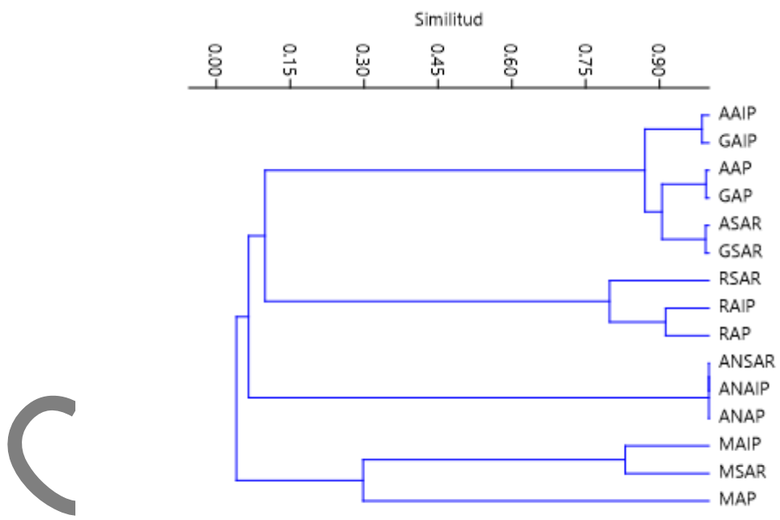



Publica

### *Índice de Horn*

***Tabla 151: Índice de Horn para el ensamble de especies del SAR, AIP y AP***

| Ensamble | MSAR | ASAR | RSAR | ANSAR | GSAR | MAIP | AAIP | RAIP | ANAIP | GAIP | MAP | AAP | RAP | ANAP | GAP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MSAR | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.240 | 0.830 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.257 | 0.262 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.053 |
| ASAR | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.993 | 0.000 | 0.909 | 0.000 | 0.000 | 0.896 | 0.000 | 0.909 | 0.000 | 0.000 | 0.903 |
| RSAR | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.207 | 0.000 | 0.000 | 0.834 | 0.000 | 0.272 | 0.000 | 0.000 | 0.763 | 0.000 | 0.078 |
| ANSAR | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.188 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.259 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.140 |
| GSAR | 0.240 | 0.993 | 0.207 | 0.188 | 1.000 | 0.166 | 0.902 | 0.116 | 0.143 | 0.906 | 0.074 | 0.904 | 0.236 | 0.236 | 0.903 |
| MAIP | 0.830 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.166 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.265 | 0.334 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.055 |
| AAIP | 0.000 | 0.909 | 0.000 | 0.000 | 0.902 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.986 | 0.000 | 0.843 | 0.000 | 0.000 | 0.837 |
| RAIP | 0.000 | 0.000 | 0.834 | 0.000 | 0.116 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.245 | 0.000 | 0.000 | 0.912 | 0.000 | 0.056 |
| ANAIP | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.143 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.208 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.102 |
| GAIP | 0.257 | 0.896 | 0.272 | 0.259 | 0.906 | 0.265 | 0.986 | 0.245 | 0.208 | 1.000 | 0.117 | 0.832 | 0.390 | 0.311 | 0.835 |
| MAP | 0.262 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.074 | 0.334 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.117 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.242 |
| AAP | 0.000 | 0.909 | 0.000 | 0.000 | 0.904 | 0.000 | 0.843 | 0.000 | 0.000 | 0.832 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.994 |
| RAP | 0.000 | 0.000 | 0.763 | 0.000 | 0.236 | 0.000 | 0.000 | 0.912 | 0.000 | 0.390 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.184 |
| ANAP | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.236 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.311 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.184 |
| GAP | 0.053 | 0.903 | 0.078 | 0.140 | 0.903 | 0.055 | 0.837 | 0.056 | 0.102 | 0.835 | 0.242 | 0.994 | 0.184 | 0.184 | 1.000 |




Publica

Los índices de similitud, en todos los casos muestran que, tanto en el SAR, AIP como en el AP, el grupo de fauna representativo en términos de fisonomía corresponde a las aves, mostrándose los resultados con semejanzas a los valores generales de cada muestra, además, los registros de fauna sugieren también que la comunidad de vertebrados terrestres en la región representa un continuo sin mostrar alguna excepcionalidad específica para el AP, el SAR y AIP.

#### *4.4.2.2 Síntesis de la Fauna en el SAR, AIP y AP.*

Con base en la muestra de 60 unidades muestrales de 1,000 m2 en la superficie del SAR, AIP y AP de las dos temporadas, la fauna presente en la región (tanto en el SAR, AIP como en el AP) se conforma por 69 especies de vertebrados terrestres distribuidas en 24 órdenes. Se encontraron 3 especies consideradas dentro de algún estatus en protección por la NOM-059-SEMARNAT:

***Tabla 152: Especies en la NOM-059-SEMARNAT***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | NOM |
|---|---|---|---|
| **Accipitriformes** | ***Astur cooperii*** | Gavilán de Cooper | Pr |
| **Anura** | ***Dryophytes eximius*** | Rana arborícola de montaña | Pr |
| **Squamata** | ***Salvadora bairdi*** | Culebra chata mexicana | Pr |

Se encontraron 3 especies consideradas dentro de algún estatus de conservación por la lista roja de la IUCN.

***Tabla 153:Especies en la IUCN***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | IUCN |
|---|---|---|---|
| **Apodiformes** | ***Selasphorus rufus*** | Zumbador canelo | NT |
| **Galliformes** | ***Colinus virginianus*** | Codorniz cotuí | NT |
| **Passeriformes** | ***Lanius ludovicianus*** | Verdugo americano | NT |

Se encontraron 9 especies consideradas dentro de algún estatus dentro de la CITES.

***Tabla 154: Especies en la CITES***

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Cites |
|---|---|---|---|
| **Accipitriformes** | ***Astur cooperii*** | Gavilán de Cooper | II |
| **Accipitriformes** | ***Buteo jamaicensis*** | Aguililla cola roja | II |
| **Apodiformes** | ***Archilochus alexandri*** | Colibrí barba negra | II |
| **Apodiformes** | ***Archilochus colubris*** | Colibrí garganta rubí | II |
| **Apodiformes** | ***Cynanthus latirostris*** | Colibrí pico ancho norteño | II |
| **Apodiformes** | ***Ramosomyia violiceps*** | Colibrí corona violeta | II |
| **Apodiformes** | ***Selasphorus platycercus*** | Zumbador cola ancha | II |
| **Apodiformes** | ***Selasphorus rufus*** | Zumbador canelo | II |
| **Falconiformes** | ***Falco sparverius*** | Cernícalo americano | II |

Se encontraron 13 especies consideradas con algún tipo de endemismo.

Consulta Pública

*Tabla 155: Especies endémicas*

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Endemismo |
|---|---|---|---|
| **Anura** | ***Dryophytes eximius*** | Rana arborícola de montaña | EN |
| **Apodiformes** | ***Archilochus alexandri*** | Colibrí barba negra | SE |
| **Apodiformes** | ***Cynanthus latirostris*** | Colibrí pico ancho norteño | SE |
| **Apodiformes** | ***Ramosomyia violiceps*** | Colibrí corona violeta | SE |
| **Apodiformes** | ***Selasphorus platycercus*** | Zumbador cola ancha | SE |
| **Passeriformes** | ***Empidonax oberholseri*** | Papamoscas matorralero | SE |
| **Passeriformes** | ***Empidonax wrightii*** | Papamoscas Bajacolita | SE |
| **Passeriformes** | ***Icterus bullockii*** | Calandria cejas naranjas | SE |
| **Passeriformes** | ***Icterus cucullatus*** | Calandria dorso negro menor | SE |
| **Passeriformes** | ***Tyrannus vociferans*** | Tirano chibiú | SE |
| **Squamata** | ***Salvadora bairdi*** | Culebra chata mexicana | EN |
| **Squamata** | ***Sceloporus spinosus*** | Lagartija espinosa mexicana | EN |
| **Squamata** | ***Sceloporus torquatus*** | Lagartija espinosa de collar | EN |

Y se encontraron 19 especies migratorias.

| Orden | Nombre científico | Nombre común | Estacionalidad |
|---|---|---|---|
| **Accipitriformes** | ***Astur cooperii*** | Gavilán de Cooper | MI |
| **Anseriformes** | ***Anas platyrhynchos*** | Pato de collar | MI |
| **Apodiformes** | ***Archilochus alexandri*** | Colibrí barba negra | MI |
| **Apodiformes** | ***Archilochus colubris*** | Colibrí garganta rubí | T |
| **Apodiformes** | ***Selasphorus rufus*** | Zumbador canelo | T |
| **Columbiformes** | ***Zenaida macroura*** | Huilota común | MI |
| **Passeriformes** | ***Anthus rubescens*** | Bisbita norteamericana | MI |
| **Passeriformes** | ***Cardellina pusilla*** | Chipe corona negra | MI |
| **Passeriformes** | ***Catharus guttatus*** | Zorzal cola canela | MI |
| **Passeriformes** | ***Chondestes grammacus*** | Gorrión arlequín | MI |
| **Passeriformes** | ***Empidonax minimus*** | Papamoscas chico | T |
| **Passeriformes** | ***Empidonax oberholseri*** | Papamoscas matorralero | MI |
| **Passeriformes** | ***Empidonax wrightii*** | Papamoscas Bajacolita | MI |
| **Passeriformes** | ***Icterus bullockii*** | Calandria cejas naranjas | MI |
| **Passeriformes** | ***Icterus cucullatus*** | Calandria dorso negro menor | MI |
| **Passeriformes** | ***Leiothlypis celata*** | Chipe oliváceo | MI |
| **Passeriformes** | ***Phainopepla nitens*** | Capulinero negro | MI |
| **Passeriformes** | ***Sayornis saya*** | Papamoscas llanero | MI |
| **Passeriformes** | ***Spizella passerina*** | Gorrión cejas blancas | MI |

Desde una perspectiva ecológica, la estructura fisonómica de la fauna en la región es dada principalmente por las especies de la clase aves, destacando el orden Passeriformes por albergar una nutrida riqueza de especies dentro del área analizada. Las especies que destacan son de la clase aves son, la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*), la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), la huilota común (*Zenaida* macroura), el gorrión arlequín (*Chondestes grammacus*), y el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) la mayoria son

Consulta Pública

especies que se les puede ver en zonas con cierto nivel de perturbación humana. De manera adicional se registraron 3 especies de mamíferos, 3 de reptiles y 1 anfibios dentro de los límites del SAR, AIP y AP.

***Tabla 156: Índices de diversidad en aves***

| Estrato | SAR | AIP | AP |
|---|---|---|---|
| **Índice de Margalef** | | | |
| Aves | **6.94** | 6.69 | 6.75 |
| **Índice de diversidad de Simpson** | | | |
| Aves | **0.92** | 0.91 | 0.90 |
| **Índice de Shannon- Weaver** | | | |
| Aves | **2.95** | 2.80 | 2.84 |
| **Índice de Pielou** | | | |
| Aves | **0.75** | 0.72 | 0.74 |

Los índices de diversidad encuentran, mayormente, niveles más altos para el SAR en comparación de los encontrados para el AP, la diferencia en los niveles es significativa para las superficies del SAR y AIP, la equitatividad muestra una disminución o deterioro conforme se acerca al AP, esto debido a las actividades agropecuarias que se realizan en la zona.

Cabe mencionar que con respecto a las posibles interacciones negativas de fauna voladora contra las celdas solares se identificó literatura especializada con relación a colisiones ocasionadas por el reflejo de las celdas solares o quemaduras hacia las aves en parques solares.

Para dar atención a este punto, se presentan los estudios más relevantes con respecto a la colisión de aves con plantas fotovoltaicas:

- "A preliminary assessment of avian mortality at utility-scale solar energy facilities in the United States" (Walston *et al.* 2016)

Este estudio evaluó la información recabada de la mortalidad de aves en tres plantas de energía solar con dos tecnologías distintas: fotovoltaica (PV) y energía solar concentrada (CSP) a gran escala en EE.UU. Se registraron colisiones de aves con paneles solares, especialmente en instalaciones con estructuras elevadas y superficies reflectantes (CSP). Las aves parecen confundir los reflejos del cielo en los paneles con espacio abierto, lo que lleva a colisiones. El estudio sugiere que, aunque la mortalidad es de menor magnitud que la mortalidad estimada de otras actividades humanas y que en otras infraestructuras (como torres eólicas), el efecto acumulativo podría ser significativo en grandes plantas solares si no se implementan medidas adecuadas.

Consulta Pública

*Figura 66: Ejemplo de planta fotovoltaica (PV)*



*Figura 67 Ejemplo de planta de energía solar concentrada a gran escala (CSP)*



- "Avian mortality at a solar energy power plant" (McCrary *et al.* 1986)

Uno de los primeros estudios en documentar la mortalidad de aves en una instalación solar (en este caso, el Solar One en California). Aunque se enfoca parcialmente en torres CSP, también menciona colisiones con paneles fotovoltaicos. Las aves chocan con los paneles debido a su alta reflectividad, especialmente en días despejados. Se observó que las aves rapaces y paseriformes eran las más afectadas.

- "Avian mortality at solar energy facilities in Southern California: A preliminary analysis." (Rebecca A. Kagan *et al.* n.d.)

Este informe analizó la mortalidad de aves en instalaciones solares, principalmente en CSP, pero también menciona casos en plantas fotovoltaicas. Las colisiones con paneles PV ocurren, aunque con menos frecuencia que en torres de concentración. Las aves migratorias y nocturnas son particularmente vulnerables debido a la confusión causada por los reflejos.

- "All that glitters – Review of solar facility impacts on fauna" (Fleming 2025)

El artículo realiza una revisión global de los impactos de las instalaciones solares (fotovoltaicas y de concentración) sobre la fauna, destacando en las aves como efectos directos que las colisiones con paneles por el efecto espejo (confusión con agua o cielo abierto), especialmente en especies migratorias y acuáticas. Como impactos indirectos la perdida y fragmentación de hábitat. Como factores de riesgo la reflectividad de paneles, ubicación y escala de las instalaciones. Y como soluciones propuestas los diseños antirreflectantes y exclusión de áreas sensibles.

- "Investigating the "Lake Effect" Influence on Avian Behavior From California's Utility-Scale Photovoltaic Solar Facilities" (Robert Diehl & Bruce Robertson 2024)

El artículo investiga el "efecto lago" en grandes plantas de energía solar, donde los paneles fotovoltaicos, al ser altamente reflectantes, son confundidos por aves acuáticas con superficies de agua reales. Esta percepción errónea lleva a las aves a intentar aterrizar, resultando en colisiones fatales. El estudio, realizado en California, confirma este comportamiento mediante observación y modelado estadístico, identificando la reflectividad de los paneles como el factor de riesgo principal. Concluye y subraya la urgente necesidad de desarrollar estrategias de mitigación, como la utilización de paneles con tratamiento antirreflectantes, para minimizar el impacto.

En la mayoría de estos artículos se menciona que falta información y datos históricos ya que solo son datos de pocos años y de plantas que solo están en California.

En cambio, durante las supervisiones ambientales de proyectos en operación de los cuales llevamos a cabo, se observó el uso extensivo de los paneles por parte de las aves. Se ha documentado que los utilizan para anidar bajo ellos, percharse en su estructura, alimentarse y aprovechar su sombra, tanto de fauna que es residente como de aves migratorias, y durante los recorridos de la supervisión no se han encontrado carcasas de aves colisionadas. Dicho comportamiento se encuentra respaldado por evidencia fotográfica.

***Figura 68: Imágenes captadas en la supervisión de un Parque Fotovoltaico***



*Un tirano chibiú (Tyrannus vociferans) perchado en un pilote.*



*Zopilote (Cathartes aura) perchado en paneles.*

Consulta Pública



*Un rascador viejita (Melozone fusca) refugiándose bajo los paneles.*



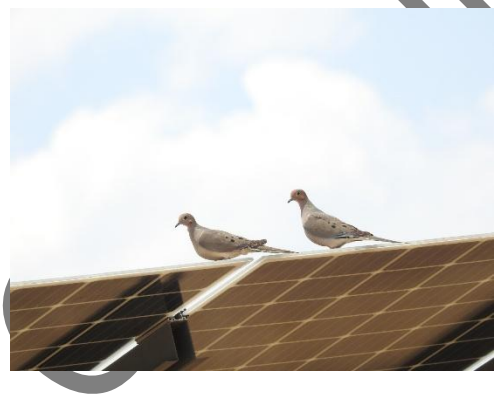
*Un gavilán de Cooper (Astur cooperii) perchado sobre paneles.*



*Una codorniz cotuí (Colinus virginianus) perchada sobre paneles.*



*Cernícalo americano (Falco sparverius) alimentándose sobre un panel.*



*Huilota común (Zenaida macroura).*



*Gorrión arlequín (Chondestes grammacus).*



*Pradero altiplanero (Sturnella lilianae).*



*Verdugo americano (Lanius ludovicianus) alimentandose sobre un panel.*



*Gorrión de Brewer (Spizella breweri) descansando sobre un inversor.*



*Gorrión de Brewer (Spizella breweri).*

Por último, la fauna registrada dentro del AP no posee características excepcionales que la distinga de la presente en el SAR, AIP o la región adyacente. En este sentido, la comunidad presente en el AP no se verá afectada o comprometida por las actividades del proyecto toda vez que se respeten las actividades incluidas en los programas propuestos.

Consulta Pública

### 4.4.3 Medio socioeconómico

#### *4.4.3.1 Introducción*

El medio socioeconómico es definido por las estructuras y condiciones económicas entre las que se incluyen las tendencias demográficas y la distribución de la población, los indicadores económicos del bienestar humano, los sistemas educativos, las redes de transporte y otras infraestructuras como el abastecimiento de agua, el saneamiento y la gestión de residuos; los servicios públicos en general de las comunidades o población establecida en un área determinada.

El SAR se encuentra en el municipio San Miguel de Allende, en él se pueden identificar los impactos relacionados con el desarrollo del Proyecto, principalmente durante las etapas de preparación y construcción debido a las actividades propias de las mismas y que conllevan no solo aquellos impactos ambientales que serán identificados más adelante, sino algunos impactos en la vida cotidiana de las personas y su relación con el propio proyecto.

A continuación, se describen y analizan las condiciones socioeconómicas de los municipios que resultan de interés para el desarrollo de esta Manifestación.

**Entorno**

El municipio de San Miguel de Allende es uno de los 46 municipios de Guanajuato, su cabecera es la ciudad San Miguel de Allende, reconocido centro turístico y uno de los centros de inicio de la guerra de Independencia de México.

El municipio se encuentra localizado en la zona centro-este del territorio de Guanajuato, tiene límites territoriales al noroeste con el municipio de Dolores Hidalgo, al norte con San Luis de la Paz, al noroeste con San José Iturbide, al sureste con Apaseo el Grande, al sur se encuentra Comonfort, al suroeste con el municipio Santa Cruz de Juventino Rosas y con Salamanca; al este sus límites son con el estado de Querétaro, su extensión territorial total es de 1,537.19 kilómetros cuadrados que representan el 5.06 % de la extensión total del estado de Guanajuato.

San Miguel de Allende es uno de los municipios que mayor crecimiento poblacional ha registrado en el estado de Guanajuato, siendo conocida la emigración de estadounidenses hacia la cabecera municipal. De acuerdo con los resultados del Conteo de Población y Vivienda de 2020(INEGI 2020b) la población total del municipio de San Miguel de Allende es de 174,615 personas, siendo de estas 83,077 hombres y 91,538 mujeres; teniendo y apenas un 0.3% de sus habitantes mayores de 5 años hablan alguna lengua indígena.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 0 a 4 años (16,397 habitantes), 15 a 19 años (16,025 habitantes) y 10 a 14 años (15,914 habitantes). Entre ellos concentraron el 27.7% de la población total. La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 244 personas, lo que corresponde a 0.14% del total de la población de San Miguel de Allende.

Las lenguas indígenas más habladas fueron náhuatl (162 habitantes), zapoteco (39 habitantes) y huichol (28 habitantes). Las localidades con mayor población son San Miguel de Allende, Los Rodríguez y Colonia San Luis Rey.

Consulta Pública

En cuanto a migración, la mayor cantidad de migrantes que ingresó a San Miguel de Allende en los últimos cinco años provino de Estados Unidos, Colombia y Canadá.

Las principales causas de migración a San Miguel de Allende en los últimos años fueron familiares, vivienda y laborales.

En el primer trimestre de 2024, la tasa de participación laboral en Guanajuato fue 59.5%, lo que implicó un aumento de 0.064 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (59.5%). La tasa de desocupación fue de 3.14%, lo que implicó un aumento de 0.076 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (3.06%).

En junio de 2024, las ventas internacionales de San Miguel de Allende fueron 18.6 millones de dólares y un total de 19 millones de dólares en compras internacionales. Las principales ventas internacionales de San Miguel de Allende en 2023 fueron Partes y Accesorios de Vehículos Automotores, Coles, Incluidos los Repollos, Coliflores y Productos Comestibles Similares del Género Brassica, Frescos o Refrigerados y otras Verduras, Frescas o Refrigeradas. Los principales destinos de ventas internacionales en 2023 fueron Estados Unidos, Brasil y Uzbekistán.

En cuanto a seguridad, los delitos que con mayor frecuencia se atienden son robo a casa habitación, robo a vehículo, robo a comercio, robo a transeúnte y robo de vehículo.

#### *4.4.3.2 Tamaño, estructura y crecimiento de la población*

2020(INEGI 2020b), con una relación hombres – mujeres de 90.7. La edad mediana en el municipio es de 27 años, con una razón de dependencia de 54.7.

***Tabla 157: Población 1990 – 2020***

| | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hombres | 54.018 | 57,922 | 64,507 | 65,487 | 75,878 | 82,458 | 83,077 |
| Mujeres | 56,674 | 60,847 | 70,373 | 73,810 | 84,505 | 89,399 | 91,538 |
| Total | 110,692 | 118,769 | 134,880 | 139,297 | 160,383 | 171,857 | 174,615 |

***Fuente 1: Sistema Nacional de Información Municipal con información del INEGI. (Sistema Nacional de Información Municipal 2020)***

Consulta Pública

*Figura 69: Relación hombres - mujeres*




*Fuente 2: Panorama sociodemográfico de Guanajuato 2020 (INEGI 2021)*

### *4.4.3.3 Marginación y desarrollo social*

La marginación se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. Por lo tanto, hay una exclusión de diversos grupos sociales del proceso productivo, así como de los beneficios del desarrollo (CONAPO, 2011).

Las desventajas ocasionadas por la marginación son acumulables, configurando escenarios cada vez más desfavorables. El objetivo de los proyectos productivos es fomentar las actividades económicas, para elevar el bienestar de la población y de las localidades, así como incorporar al desarrollo a los sectores de población o regiones que por sus condiciones y carencias no participan de los beneficios de la dinámica económica ni de su bienestar.

Para identificar los sectores que carecen de oportunidades de desarrollo y posteriormente priorizar acciones, la CONAPO (1990) diseñó el Índice de Marginación, con el fin de analizar las desventajas sociales o las carencias de la población e identificar los espacios de marginación, diferenciándolos según nivel o intensidad.

Para este índice se emplean nueve formas de exclusión expresadas en un indicador que mide su intensidad en porcentaje, donde el mayor porcentaje indica menos oportunidades para acceder a los beneficios del desarrollo. Están divididas en cuatro rubros: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos.

Los indicadores de las formas de exclusión son: los porcentajes de la población analfabeta, sin primaria completada, sin agua entubada, sin drenaje, sin energía eléctrica, con piso de tierra, nivel de hacinamiento, porcentaje de la población que vive en localidades con menos

Consulta Pública

de 5,000 habitantes y el porcentaje de la población ocupada con ingreso de hasta dos salarios mínimos (CONAPO 2021)

La marginación social es producto en gran medida de la falta de opciones para satisfacer las necesidades básicas de toda familia, esto es preocupante, ya que como sabemos, sin la promoción adecuada de alternativas que permitan la generación de empleos, la economía de la población se ve afectada, reflejándose en los altos índices de emigración presentes en el municipio. El municipio tiene un grado de marginación **bajo**.

***Tabla 158: Indicadores de marginación municipal 2020***

| Indicador | valor |
|---|---|
| Población total | 174,615 |
| Población de 15 años o más analfabeta | 7.63% |
| Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado | 5.56 % |
| Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica | 0.87 % |
| Ocupantes en viviendas sin agua entubada | 3.96 % |
| Ocupantes en viviendas con piso de tierra | 3.03 % |
| Población en localidades con menos de 5,000 habitantes | 58.51 % |
| Índice de marginación normalizado | 56.20122 |
| Grado de marginación | Bajo |

***Fuente 3: Censo de Población y Vivienda 2020, (INEGI 2020b)***

Según estimaciones del CONEVAL en 2015 el 51.1 % de la población municipal, se encontraba en situación de pobreza, y el 9.9 % en situación de pobreza extrema, 23.9 % de la población se encontraba en una situación vulnerable por carencias sociales; el 75 % de la población sufría con al menos una carencia social y el 19.7 % con tres carencias sociales. De estas, las mayores eran la carencia de seguridad social y el acceso a los servicios básicos en la vivienda, el 59.5 % de la población, cuenta con un ingreso inferior a la línea de bienestar.

Hacia 2015, el municipio contaba con un Grado de Desarrollo Humano **Alto** (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano, 2005), según los indicadores que se presentan en la siguiente tabla.

***Tabla 159:Indicadores de Desarrollo Humano, 2015***

| **Indicador** | **Valor** |
|---|---|
| Tasa de mortalidad infantil | 24.20 |
| Ingreso per cápita anual ajustado a cuentas nacionales (dólares PPC) | 2,077 |

Consulta Pública

| Indicador | Valor |
|---|---|
| Índice de salud | 0.8090 |
| Índice de educación | 0.5230 |
| Índice de ingreso | 0.7250 |

*Fuente 4: Censo de Población y Vivienda 2020, (INEGI 2020)*

#### 4.4.3.4 Migración

La migración es uno de los tres fenómenos demográficos determinantes del volumen, composición y evolución de la población. Sus efectos se expresan en el crecimiento de la población para el total del país, para cada entidad, municipio y localidad; por lo que incide directamente en la forma en que la misma se distribuye en el territorio nacional. La conducta migratoria de hombres y mujeres es sustancialmente distinta, reflejo de ello es el predominio masculino en la migración reciente, tanto a nivel nacional como en la entidad.

*Tabla 160: Principales indicadores de migración, 2020*

| Lugar de nacimiento | Total |
|---|---|
| Población de 5 años y más inmigrante | 2,359 |
| Población de 5 años y más emigrante | 3,643 |
| Población nacida en otro país residente en México | 4,312 |
| Población de 5 y más años migrante por trabajo | 32.8 % |
| Población de 5 y más años migrante por causa familiar | 38.7 % |
| Población de 5 y más años migrante por educativa | 4.5 % |
| Población de 5 y más años migrante por inseguridad, delincuencia o violencia | 5.6 % |

*Fuente 5: Censo de Población y Vivienda 2020, (INEGI 2020)*

Según datos del Banco de México(BANXICO 2020) las remesas desde EUA al municipio en el trimestre de enero a marzo de 2025 fueron de 47.3870 millones de dólares.

#### 4.4.3.5 Religión

La mayoría de la población municipal es católica, 142,441 personas, mientras que 6,838 profesan otra religión y 8,701 no profesan ninguna profesión.

#### 4.4.3.6 Educación

Uno de los factores que constituyen el desarrollo de un estado o región es la educación de calidad en todos sus niveles educativos el municipio cuenta con los diferentes niveles de educación necesarios para atender a la población.

Consulta Pública

La asistencia escolar predominante es para las edades de 6 a 11 años, de primaria. De tal modo que se puede observar que la media indica grado escolar de primaria y secundaria para la mayoría de la población.

***Tabla 161: Principales indicadores de características educativas de la población, 2020***

| Principales indicadores | indicadores |
|---|---|
| Porcentaje de personas de 15 años y más alfabetas | 92.3 |
| Tasa de alfabetización | 99.2 |
| Población de 5 años y más que asiste a la escuela | 40,610 |
| Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años | 8.7 |
| Porcentaje de población de 25 años y más alfabeta | 90.0 |
| Porcentaje de población de 15 años y más sin escolaridad | 9.5 |

***Fuente 6: Principales indicadores de características educativas de la población, 2020***

#### *4.4.3.6.1 Salud*

Los servicios médicos y asistenciales son atendidos en el municipio, por 24 unidades de salud rurales y 24 urbanas, la demanda de servicios médicos de la población del municipio, es atendida por organismos oficiales y privados tanto en el medio rural como urbano. El municipio cuenta con 24 unidades de salud rurales y 24 urbanas.

***Tabla 162: Principales indicadores en salud y seguridad social, 2020***

| Principales indicadores en salud | indicadores |
|---|---|
| Población derechohabiente a servicios de salud | 112,543 |
| Porcentaje de la población derechohabiente en el Seguro Popular | 77 |
| Porcentaje de la población derechohabiente en PEMEX, SDN o SM | 76,638 |
| Porcentaje de la población derechohabiente en servicios privados | 3,629 |
| Porcentaje de la población derechohabiente en ISSSTE | 5,309 |
| Porcentaje de la población derechohabiente en IMSS | 25,724 |
| Porcentaje de la población derechohabiente en ISSSTE Estatal | 132 |

***Fuente 7: Censo de Población y Vivienda 2020, (INEGI 2020)***

Un total de 6,108 personas en el municipio cuentan con alguna limitación física, de las cuales 3,368 personas tienen discapacidad para caminar o moverse, 1,643 para ver, 537 para comunicarse, 613 cuentan con problemas auditivos y 530 cuentan con alguna limitación mental.

Consulta Pública

#### 4.4.3.6.2 Vivienda y servicios públicos

En el municipio, existen un total de 44,543 viviendas particulares habitadas; el promedio de habitantes por vivienda es de 3.9 personas.

El 99.0 % de las viviendas particulares disponen de energía eléctrica, 96.09 % cuentan con agua entubada y 91.61 % cuentan con drenaje. En relación a las características de las viviendas, 97.1 % tiene piso de mosaico, piso de cemento o algún tipo de piso diferente a tierra.

En relación a la disponibilidad de bienes en las viviendas se observan los datos siguientes:

***Tabla 163: Disponibilidad de bienes en las viviendas***

| Automóvil | Motocicleta | Bicicleta | Refrigerador | Lavadora | Celular | Televisión de paga |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 51.4 % | 13.8 % | 15.5 % | 91.9 % | 71.8 % | 85.6 % | 53.7 % |

***Fuente 8: Censo de Población y Vivienda 2020, (INEGI 2020)***

### 4.4.3.7 Hogares y familias

El promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres de entre 15 y 49 años es de 1.5; el 39.9 % de la población de 12 años y más está casada, mientras que el 36.4 % de la población en el mismo rango de edad es soltera.

### 4.4.3.8 Trabajo y condiciones laborales

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020, la población económicamente activa es representada por 87,924 personas. Los principales indicadores económicos en el municipio son los que siguen:

***Tabla 164: Situación en el trabajo, INEGI 2020.***

| Indicadores | Total |
|---|---|
| Porcentaje de población de 12 años y más económicamente activa | 64.4 % |
| Porcentaje de la población de 12 años y más no económicamente activa | 35.2 % |
| Porcentaje de la población de 12 años y más económicamente activa ocupada | 98.9 % |
| Porcentaje de la población femenina de 12 años y más económicamente activa | 42.8 % |
| Porcentaje de la población masculina de 12 años y más económicamente activa | 57.2 % |
| Porcentaje de la población de 12 años y más económicamente activa que estudia | 31.0 % |

***Fuente 9: Censo de Población y Vivienda 2020, (INEGI 2020)***

### 4.4.3.9 Personal ocupado por sector

Los últimos indicadores disponibles, datan del 2008 y son los principales:

Consulta Pública

*Tabla 165: Personal ocupado por sector*

| Indicadores | Total |
|---|---|
| Personal ocupado en el Sector privado y paraestatal | 21,644 |
| Personal ocupado en el comercio | 7,694 |
| Personal ocupado en servicios privados no financieros | 8,968 |
| Personal ocupado en manufactura | 3,877 |

*Fuente 10: Censo de Población y Vivienda 2020, (INEGI 2020)*

### *4.4.3.10 Infraestructura*

La infraestructura carretera con que cuenta el municipio facilita la movilidad de las principales poblaciones hacia centros regionales de mercado de productos. Sin embargo, el acceso a la gran mayoría de las localidades es de terracería y algunos son de difícil acceso.

El municipio cuenta actualmente con una longitud carretera de 586.6 kilómetros, equivalentes al 5.4 % de la infraestructura total del estado. La longitud de la carretera municipal por tipo de camino comprende un total de 411.1 kilómetros en el área rural, de los cuales la longitud asfaltada es de 1.5 km, revestida de 374.6 km y empedrada de 35 km.

En el área rural solo 156 comunidades cuentan con el servicio de agua entubada, de un total de 512, donde la problemática se acentúa, principalmente en las zonas más altas del territorio municipal que presentan terrenos muy duros y con baja capacidad de permeabilidad.

### *4.4.3.11 Economía*

Agricultura de riego, representa casi el 8% de la superficie municipal, ubicándose las zonas de riego principalmente en la periférica de la ciudad de San Miguel de Allende, de la Presa Allende y en un corredor en la zona noreste del municipio. El principal cultivo de riego es la alfalfa y la avena forrajera, seguido por cebada, maíz y algunas hortalizas y agricultura de temporal, principalmente de maíz, frijol y en menor escala sorgo.

### *4.4.3.12 Patrimonio histórico y cultura*

De acuerdo con el Atlas de Infraestructura Cultural de México generado por el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, la infraestructura cultural se encuentra dentro de la de la Villa Protectora de San Miguel el Grande y el Santuario de Jesús Nazareno de Atotonilco, donde los edificios culturales están conformados por el “Museo Histórico de San Miguel de Allende” (también conocido como Casa Allende), el cual está bajo custodia del Instituto Nacional de Antropología e Historia, además se cuenta con el Centro Cultural Ignacio Ramírez “El Nigromante”, que pertenece al Instituto Nacional de Bellas Artes, otro lugar emblemático de la cultura sanmiguelense es el teatro Ángela Peralta, así como la Casa de la Cultura, la cual se gestiona a través del Instituto Estatal de la Cultura de Guanajuato.

Consulta Pública

Otros museos que se pueden visitar en la ciudad son: Casa del Mayorazgo de la Canal, Museo del Juguete Popular Mexicano.

#### *4.4.3.13 Población indígena y afromexicana*

El artículo 2° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (reformado, D.O.F. 30 de septiembre de 2024) estable que:

> *La Nación tiene una composición pluricultural y multiétnica sustentada originalmente en sus pueblos indígenas, que son aquellas colectividades con una continuidad histórica de las sociedades precoloniales establecidas en el territorio nacional; y que conservan, desarrollan y transmiten sus instituciones sociales, normativas, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.*
> *Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que forman una unidad social, económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus sistemas normativos.*

De acuerdo al Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas y con base en el artículo 2º. De la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se entiende que:

> *(Reformado, D.O.F. 14 de agosto de 2001) La conciencia de su identidad indígena deberá ser criterio fundamental para determinar a quiénes se aplican las disposiciones sobre pueblos indígenas.*
> *(Reformado, D.O.F. 30 de septiembre de 2024) Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que forman una unidad social, económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus sistemas normativos.*

La identificación de pueblos y comunidades indígenas se realiza, bajo las características y definiciones establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo y demás instrumentos jurídicos aplicables. Al respecto, la Constitución en su artículo 2° establece que:

> *"El derecho de los pueblos indígenas a la libre determinación se ejercerá en un marco constitucional de autonomía que asegure la unidad nacional. Para el reconocimiento de los pueblos y comunidades indígenas se deben tomar en cuenta, además de los principios generales establecidos en los párrafos anteriores de este artículo, criterios etnolingüísticos, de asentamiento físico y de autoadscripción."*
> *"Se reconoce a los pueblos y comunidades indígenas como sujetos de derecho público con personalidad jurídica y patrimonio propio."*

El Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) considera Población Indígena (PI) a todas las personas que forman parte de un hogar indígena, donde el jefe del hogar, su cónyuge y/o alguno de los ascendientes (madre, padre, madrastra o padrastro, abuelo, bisabuelo, tatarabuelo, o suegro) declaró ser hablante de lengua indígena, Además incluye a personas que declararon hablar alguna lengua indígena y que no forman parte de estos hogares.

##### *4.4.3.13.1 Autoadscrición*

Aunque se ha ensayado la aplicación de diversos criterios, el rasgo que ha permanecido constante durante casi un siglo ha sido el de la calidad de hablante de alguna lengua indígena de la persona censada, es decir, ha prevalecido el criterio lingüístico. Los censos han registrado históricamente a la población hablante de alguna lengua indígena (HLI) mayor de 5 años, aunque la serie que ofrece la mejor base de comparación es la que va de

Consulta Pública

1930 a 2000. A partir de 1990 se registra también a la población de 0 a 4 años que habita en hogares cuyo jefe(a) o cónyuge habla lengua indígena.

El censo del 2000 registró, además, a la población que, no hablando alguna lengua indígena, declaró pertenecer a algún grupo indígena. En consecuencia, el total de población indígena actual es la sumatoria de:

- La población de 5 años y más hablante de lengua indígena (HLI).
- La población indígena de 0 a 4 años de edad que habita en hogares cuyo jefe o jefa de familia o su cónyuge es hablante de lengua indígena.
- La población que se autoadscribió como indígena.

A la pregunta puntual: de acuerdo a su cultura, ¿se considera indígena?, en el Censo de Población y Vivienda 2020, se ha considerado como condición indígena a la "Condición que distingue a las personas que se autoreconocen como persona indígena de acuerdo con su cultura, costumbres y tradiciones"(INEGI 2020b)

"La autoadscripción es el criterio para determinar si una persona es indígena, pues la definición de lo indígena no corresponde al Estado. Es prerrogativa de quienes tienen conciencia de pertenecer a un pueblo o comunidad indígena definirse como tales. En tal sentido, la autoadscripción es el acto voluntario de personas o comunidades que, teniendo un vínculo cultural, histórico, político, lingüístico o de otro tipo, deciden identificarse como miembros de un pueblo indígena reconocido por el Estado nacional.(Suprema Corte de Justicia de la Nación 2014)

No es facultad del Estado definir lo indígena, ni expedir constancias o certificados de pertenencia, tampoco controvertir el dicho de quien se ha definido como tal […] Quien se autoadscribe como indígena no tiene la carga de la prueba sobre esa circunstancia, pues no es una condición biológica o fenotípica, ni conlleva referentes materiales específicos e inmutables, sino que se trata de una identificación subjetiva con una identidad cultural".(Suprema Corte de Justicia de la Nación 2014)

El reconocimiento de la autoadscripción afromexicana o afrodescendiente forma parte de los esfuerzos conjuntos de Naciones Unidas en muchos países de Latinoamérica para el Decenio Internacional para los Afrodescendientes, que inició en 2015 y que busca revalorizar la cultura, la historia y la integración multinacional de grupos históricamente discriminados, la Constitución en la reforma constitucional del Artículo 2° (reformado, DOF 30 de septiembre de 2024) establece que:

> *"Los pueblos y comunidades afromexicanas se integran por descendientes de personas originarias de poblaciones del continente africano trasladadas y asentadas en el territorio nacional desde la época colonial, con formas propias de organización social, económica, política y cultural, o parte de ellas, y afirman su existencia como colectividades culturalmente diferenciadas"*

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en México habitan 126.01 millones de personas y el 2 % se autorreconoce como afrodescendiente es decir 2,576,213 personas que se autorreconocen como afrodescendientes o afromexicanos, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Consulta Pública

La edad promedio de dicho sector de la población tiene 32 años, lo cual es mayor a la media nacional que es de 29 años; tienen una base de la pirámide de población más estrecha, debido a que hay personas que se autorreconocen como afrodescendientes que son inmigrantes, la inmigración normalmente ocurre en las edades mayores.

Son diez entidades las que concentran el 45.1 % de la población afromexicana. Los estados donde se concentra el mayor volumen son: Guerrero, con 8.6 millones de individuos; Oaxaca, con 4.7 millones de personas; Baja California Sur, con 3.3 millones; Yucatán, con 3 millones; Quintana Roo, con 2.8 millones; Veracruz, con 2.7 millones; Campeche, con 2.1 millones; Ciudad de México, con 2 millones; San Luis Potosí, con 2 millones y Morelos con 1.9 millones.

Con este criterio, se incorpora en la población indígena, al universo de personas que aun no siendo hablantes de lengua indígena comparten modos de vida y relaciones activas en el marco de las identidades étnicas. Bajo este criterio, le fue posible a la en su momento CDI la clasificación de municipios a partir de la proporción y el tamaño de la población indígena residente. El resultado de la tipología de municipios es la siguiente:

- Municipios Indígenas (40% y más de Población Indígena (PI))
- Con Presencia de Población Indígena (menos de 40% de PI y más de 5,000 indígenas, o bien, municipios con presencia importante de hablantes de lengua minoritaria),
- Municipios con Población Indígena Dispersa (menos de 40% de PI) y
- Municipios sin Población Indígena

De acuerdo Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI 2020b), la población total indígena y afrodescendiente en el municipio donde se ubica el proyecto es:

***Tabla 166: Población indígena en el municipio del área de influencia del proyecto***

| Estado (id y nombre) | Municipio (id y nombre) | Tipo de municipio | Población total municipal | Población en hogares indígenas | Población afrodescendiente municipal |
|---|---|---|---|---|---|
| (11) Guanajuato | (003) San Miguel de Allende | 3 | 174,615 | 671 | 3,112 |

***Fuente 11: Censo de Población y Vivienda 2020, (INEGI 2020)***

***Tipo de municipio: indígena = 1; con presencia indígena = 2; con población indígena dispersa = 3***

San Miguel de Allende, el municipio en el que se ubica el área de influencia del proyecto, está catalogado como ***Municipio con Población Indígena Dispersa*** en el Catálogo de Regiones Indígenas de México del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI).

Consulta Pública

#### *4.4.3.13.2 Identificación de localidades con presencia de población indígena en el Área de Influencia del Proyecto, de conformidad con el Catálogo de Localidades Indígenas 2010 (o vigente) del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI).*

Como resultado de los trabajos realizados de manera conjunta con el INEGI y con base a la metodología formulada por el INPI para la identificación y cuantificación de la población indígena de México, actualmente se cuenta con el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, el cual muestra la información actualizada, con datos derivados del Censo de Población y Vivienda de 2020.

Dicho catálogo, está integrado por el total de localidades, que se encuentran clasificadas de acuerdo a criterios de concentración de población indígena en cada una de ellas, agrupándose de la siguiente manera:

- Localidades con una proporción de Población Indígena mayor o igual a 40% de su población total **(de 40% y más).**
- Localidades con una densidad de población de menos del 40% de Población Indígena y más de 150 indígenas, se consideran **Localidades de Interés**.
- Localidades con menos de 40% de Población Indígena y menos de 150 indígenas entre su población total. **(menos del 40%).**

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información y Estadística sobre los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del INPI (2022), los pueblos Otomí y Chichimeca Jonaz habitan en el estado Guanajuato, la población otomí habita principalmente en el municipio Tierra Blanca, mientras que la población Chichimeca Jonáz en San Luis de la Paz.

Dentro del Área de Influencia del proyecto se encuentra la siguiente población indígena

***Tabla 167: Población indígena y afromexicana en las localidades del área de influencia del proyecto.***

| Área | Clave | Localidad | Población | Pob. en hogares censales Indígenas | Pob. afromexicana | Tipo de localidad |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AID | 110030062 | Cerritos | 1,186 | 10 | 7 | Menos del 40 % |
| AID | 110030073 | El Colorado | 76 | 0 | 1 | Sin pob. indígena |
| AID | 110030133 | Laguna Escondida | 893 | 0 | 3 | Sin pob. indígena |
| AN | 110030260 | San Antonio del Varal | 898 | 2 | 5 | Menos del 40 % |
| AII | 110030077 | Corral Piedras Arriba | 2,159 | 6 | 2 | Menos del 40 % |
| AII | 110030114 | Guadalupe de Támbula | 1,157 | 0 | 5 | Sin pob. indígena |
| AII | 110030223 | Puerto de Nieto | 1,524 | 1 | 15 | Menos del 40 % |

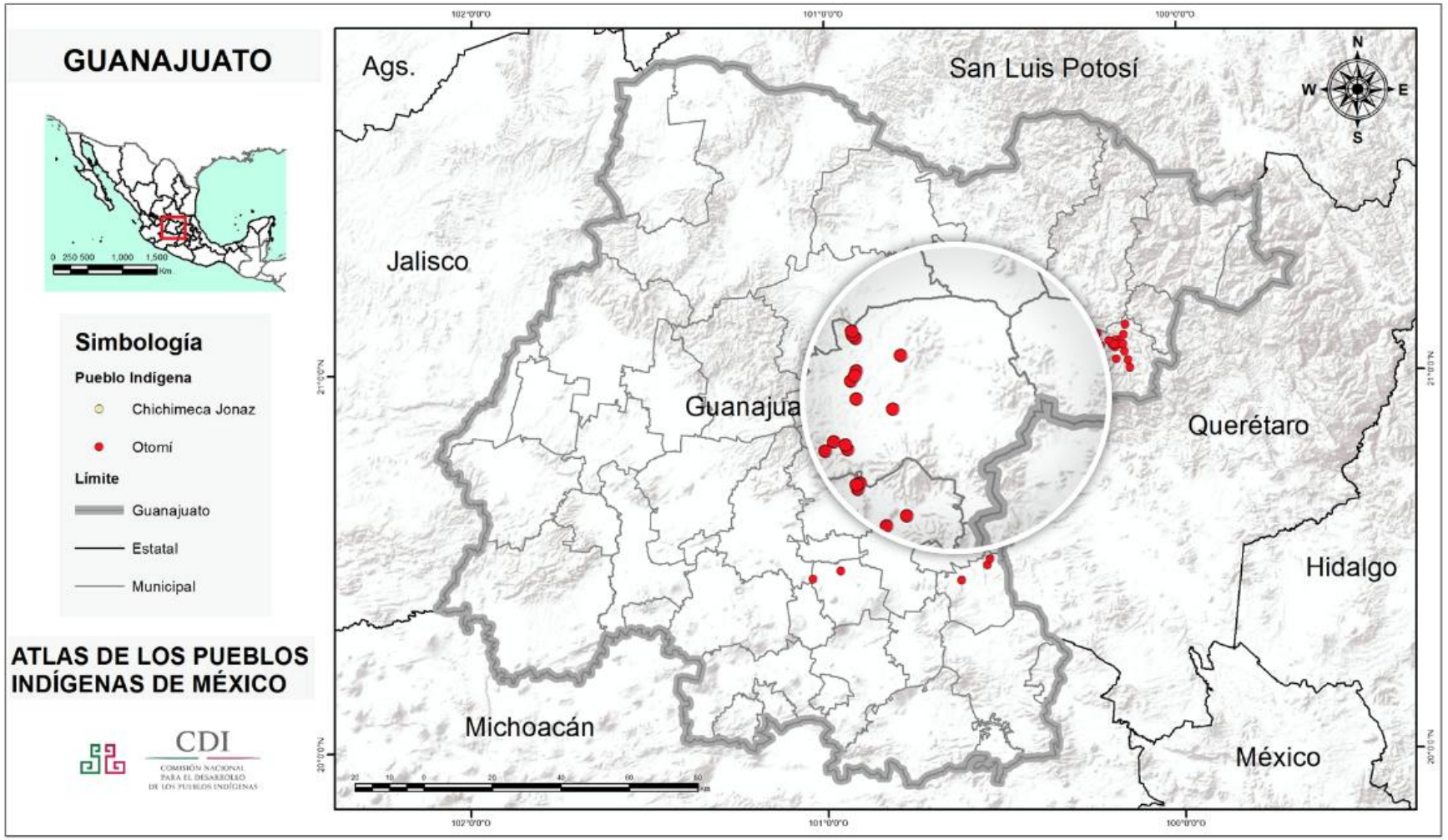
Consulta Pública

| Área | Clave | Localidad | Población | Pob. en hogares censales Indígenas | Pob. afromexicana | Tipo de localidad |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AII | 110030304 | Santas Marías | 1,106 | 0 | 3 | Sin pob. indígena |
| AII | 110030668 | San Antonio de las Cruces | 347 | 0 | 1 | Sin pob. indígena |

***Fuente 12: Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020b).***

Consulta Pública

*Mapa 30: Pueblos indígenas con mayor presencia en la entidad.*




*Fuente 13: Atlas de los Pueblos Indígenas de México. (Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas 2018)*

#### 4.4.3.13.3 Identificación de localidades donde se habla lengua indígena en el Área de Influencia del Proyecto, de conformidad con el Catálogo de Lenguas Indígenas Nacionales: Variantes Lingüísticas de México con sus Autodenominaciones y Referencias Geoestadísticas (vigente) del Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI).

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020, la población de habla de lengua indígena en el municipio donde se encuentra el área de influencia del proyecto es:

***Tabla 168: Lengua indígena municipal***

| Estado (id y nombre) | Municipio (id y nombre) | Población total municipal | Población que habla lengua indígena |
|---|---|---|---|
| (11) Guanajuato | (003) San Miguel de Allende | 174,615 | 330 |

***Fuente 14: Sistema Nacional de Información Municipal (Sistema Nacional de Información Municipal 2020). INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI 2020b)***

Las lenguas con mayor número de hablantes en el municipio son:

***Tabla 169: Lenguas más habladas en el municipio***

| Lengua indígena | Población en hogares que hablan la lengua |
|---|---|
| Otomí | 2,689 |
| Náhuatl | 2,574 |
| Chichimeco Jonaz | 2,242 |
| Mixe | 916 |

***Fuente 15: Censo de Población y Vivienda 2020.(INEGI 2020a)***

**Población en hogares indígenas por lengua**

***Tabla 170: Población en hogares indígenas en las localidades del Área de Influencia del proyecto***

| Lengua | Localidad | Población indígena en hogares según pueblo |
|---|---|---|
| Zapoteco | San Antonio del Varal | 2 |
| Náhuatl | Cerritos | 5 |
| Otomí | Cerritos | 5 |
| Chinanteco | Corral de Piedras Arriba | 6 |
| Chontal | Puerto de Nieto | 1 |

***Fuente 16: INPI. Sistema Nacional de Información y Estadística sobre los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020. ITER con población indígena en hogares según metodología del INPI.***

Ninguna de estas localidades se encuentra citada en el Catálogo de Lenguas Indígenas Nacionales: Variantes Lingüísticas de México con sus Autodenominaciones y Referencias

Consulta Pública

Geoestadísticas (vigente) del Instituto Nacional de Lenguas Indígenas. Identificación de región(es) indígena(s) en el Área de Influencia del Proyecto, de conformidad con el Catálogo de Regiones Indígenas de México de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.

#### *4.4.3.13.4 Identificación de región(es) indígena(s) en el Área de Influencia del Proyecto, de conformidad con el Catálogo de Regiones Indígenas de México de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.*

La definición de los límites —al menos probables— de lo que hoy en día constituyen las regiones indígenas de México no es tarea fácil debido a la compleja e intensa dinámica que caracteriza a los propios pueblos indígenas, la diversidad de grupos etnolingüísticos y sus variantes lingüísticas, sus volúmenes de población, patrones de asentamiento, modos de vida y formas de relación —la mayoría de las veces subordinada y discriminatoria— con el resto de la sociedad nacional. Este último factor, asociado a la apropiación de sus territorios por los grupos sociales dominantes, al mestizaje y al paulatino proceso de abandono de sus lenguas y, en cierta medida, de sus identidades y culturas desde el siglo XVI, ha tenido como resultado una extensa y compleja gama de dinámicas que dificultan la definición precisa de los territorios indígenas.

En términos cuantitativos, esta complejidad se expresa en el hecho de que 60 por ciento de la población indígena, aproximadamente 6.02 millones de personas, vive en los municipios indígenas —éstos son cuando la población indígena representa más del 40 por ciento del total municipal—, mientras que el resto, es decir, cerca de 4.2 millones, habita en municipios donde su representación proporcional es minoritaria. Esta distribución poblacional responde tanto a particularidades históricas locales como a la fuerte migración a las grandes ciudades del país o la de los jornaleros agrícolas. Es importante señalar que la población indígena se encuentra presente en una cuarta parte de las localidades del país, casi en la totalidad de los municipios —sólo 30 de ellos no tienen presencia indígena— y en todas las entidades federativas.

El término región hace referencia al espacio en el que se integran aquellos elementos que pertenecen a un nivel más pequeño —municipios o localidades—, que se encuentran dentro de una entidad mayor a través de la red de relaciones diversas que se establecen entre ellas. Ésta, a su vez, se distingue, al menos hipotéticamente, de otras unidades regionales con las que puede o no mantener determinadas formas de contacto.

Cabe señalar que la integración de una región no depende sólo de la distribución, el tipo y la intensidad de las actividades productivas, en términos del peso de los fenómenos y dinámicas demográficas en su configuración, sino de la relación entre la dispersión y la concentración de los asentamientos humanos; fenómenos comúnmente asociados a aspectos económicos, culturales y sociales. En este sentido, los patrones de asentamiento de la población indígena no sólo responden a procesos económicos, sino también a otros de carácter histórico, geográfico y cultural, lo que explica la dispersión de sus localidades, cuyo análisis a través de los cortes generalmente usados para distinguir lo rural y lo urbano son a todas luces insuficientes. Baste mencionar que entre los pueblos indígenas que

Consulta Pública

habitan en el Gran Nayar y en la Sierra Tarahumara, predominan patrones de asentamiento de enorme dispersión, vinculados a sus particulares sistemas cosmológicos y de creencias, aunadas a las condiciones de carácter geográfico imperante, por lo que la mayoría de su población habita en localidades menores a 100 habitantes.

En general se reconoce la existencia de las regiones indígenas, ligado a la distribución espacial de los pueblos indígenas identificados por las lenguas y el reconocimiento generalizado de los diferentes pueblos con elementos distintivos, como son Los Altos de Chiapas, la Sierra Tarahumara, las Mixtecas, el Gran Nayar o las Huastecas, entre otras. Es por ello que la mayor parte de las propuestas de delimitación de estas regiones se hayan basado en la distribución espacial de la población indígena, y las diferencias que presentan entre sí se deben a las dificultades de aplicar el criterio de hablantes de lenguas indígenas casi de manera exclusiva para determinar el carácter indígena. En este sentido, existen acuerdos sobre la importancia de incluir, además del criterio lingüístico, otros elementos como son las formas de organización social, la pertenencia a una comunidad indígena, el origen y la historia, así como las identidades que se asumen de forma individual o colectiva.

Para la construcción de las regiones se consideraron aspectos de carácter histórico y cultural, expresados a través de la comprensión de “espacios tradicionales”, lugares que históricamente fueron ocupados por los distintos pueblos indígenas antes o después de la conquista española y donde permanecen o permanecieron, que comparten características lingüísticas y/o culturales, expresiones de culto similares, visiones cosmogónicas y relaciones de parentesco, entre otros.

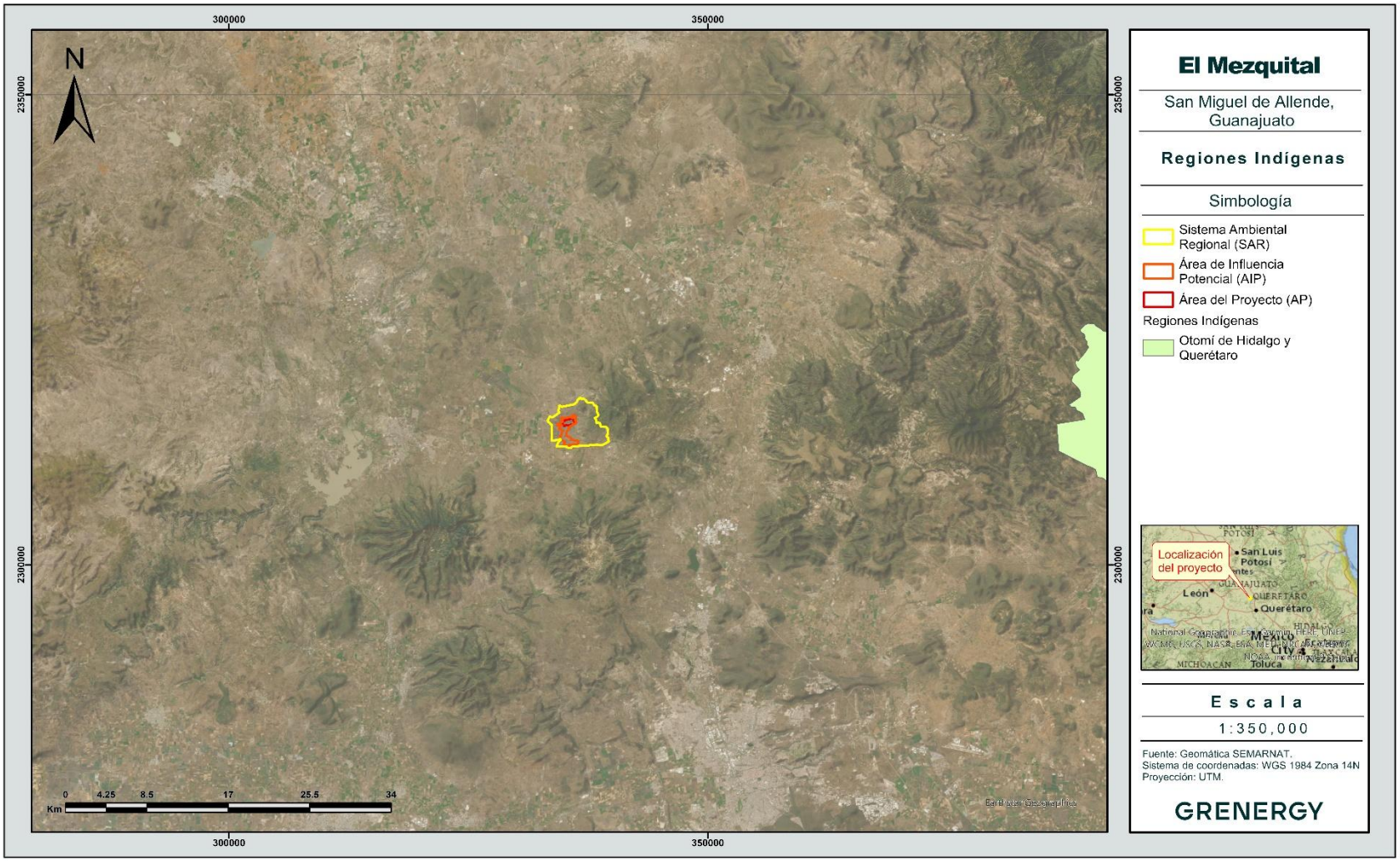
Una condición indispensable para la delimitación de los territorios que comprenden las regiones indígenas, es su continuidad. En este aspecto no sólo se incluyeron la vecindad marcada por los límites políticos municipales, sino también las características de tipo morfológico (tipo de relieve físico, altitud, condiciones climáticas) y las posibilidades de comunicación interregional.

El Área de Influencia del Proyecto, no se encuentra ubicada en ninguna Región Indígena conforme con el Catálogo de Regiones Indígenas de México de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.

La región más cercana es Otomí de Hidalgo y Querétaro.

Consulta Pública

***Mapa 31: Regiones indígenas cercanas al AP.***



### *4.4.3.14 Impactos sociales identificados*

Los impactos sociales, son definidos como cambios en uno o más de los siguientes aspectos(Vanclay Frank *et al.* 2015):

- *Modo de vivir de las personas; cómo viven, trabajan, juegan e interactúan en su vida diaria;*
- *Su cultura; es decir, sus creencias, costumbres, valores e idioma o dialecto compartidos;*
- *Su comunidad; su cohesión, estabilidad, carácter, servicios e instalaciones;*
- *Sus sistemas políticos; la medida en que las personas participan en las decisiones que afectan sus vidas, el nivel de democratización que está teniendo lugar, y los recursos asignados para ello;*
- *Su ambiente; la calidad del aire y agua que las personas usan; la disponibilidad y calidad de los alimentos que consumen; el nivel de riesgo o peligro, polvo y ruido a que están expuestos; la adecuación de los servicios de saneamiento; su seguridad física y su acceso y control de los recursos;*
- *Su salud y bienestar; salud es el estado de completo bienestar físico, mental, social y espiritual y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades;*
- *Sus derechos personales y de propiedad; en particular si las personas son económicamente afectadas, o experimentan desventaja personal que puede implicar una violación de sus libertades civiles;*
- *Sus temores y aspiraciones; sus percepciones acerca de su seguridad, sus temores sobre el futuro de su comunidad, y sus aspiraciones para su futuro y el futuro de sus hijos.*

Los impactos sociales que el desarrollo del proyecto pudiera generar en la población han sido determinados con el apoyo de distintas fuentes de información; se presentan a continuación los más relevantes.

- *Exposición a la comunidad a emisiones a la atmósfera, polvo y ruido debido al movimiento de tierras, equipos y vehículos.*
- *Enfermedades contagiosas causadas o propagadas por los flujos de entrada de trabajadores.*
- *Sensación de inseguridad en la comunidad por el contrato de personal de seguridad.*
- *Conflictos con las comunidades debido a la falta de comunicación acerca del proyecto, sus alcance e impactos; así como errónea percepción de la población respecto al proyectos y sus efectos en la salud y el ambiente.*
- *Posible disminución de la seguridad por el aumento de la población flotante en las localidades del Área de Influencia por el arribo de trabajadores.*
- *Conflictos con las comunidades debido a la escasez de agua u el aumento en su consumo.*

Consulta Pública

- *Problemas debidos a la interacción de y trabajadores con personas que pertenecen a grupos vulnerables.*
- *Posibles afectaciones a los derechos laborales del personal por parte de los empleadores.*
- *Lesiones o enfermedades crónicas en los trabajadores por el uso de grandes máquinas.*
- *Posibles afectaciones a la salud de los empleados derivado de la exposición prolongada al calor y el sol.*
- *Generación de falsas expectativas de empleo y competencia entre posibles trabajadores.*
- *Aumento en el poder adquisitivo y mejora en la calidad de vida de la población debido a la generación de empleo temporal, permanente e indirecto,*
- *Afectación a tierras de cultivo*
- *Beneficios sociales derivados de la inversión social.*

El establecimiento del Proyecto, trae como consecuencia el desarrollo económico y social de la zona; generará fuentes de empleo y ayudará a diversificar las actividades productivas de la zona. En específico de las localidades cercanas y de los posibles empleados que en el laboren.

En la MISSE que se ha elaborado a la par; se identifican y describen todos aquellos indicadores sociodemográficos de la población de la distintas áreas de influencia y su relación con el proyecto, el grado de aceptación del mismo y los posibles impactos directos, indirectos, residuales y acumulativos a los cuales pudiera exponerse la población, así como el Plan de Gestión Social en donde se establecen las medidas de mitigación, prevención, remediación, compensación y ampliación que corresponden a cada uno de ellos y sus indicadores de seguimiento.

### 4.4.4 Paisaje

Nuestro país mantiene una constante interacción reflejada en numerosos fenómenos que expresan una gran diversidad de paisajes naturales; muchos de ellos a su vez, se han transformado en paisajes humanizados caracterizados por complejos procesos e interesantes relaciones estructurales y dinámicas(García Romero & Muñoz Jiménez 2002).

El paisaje puede definirse como la percepción que se posee de un sistema ambiental. Es, por lo tanto, “el área en el que conviven los rasgos naturales, así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto de ese espacio”(Abad-Soria & García-Quiroga 2006).

De acuerdo con (Canter n.d.), el paisaje es la extensión del escenario natural observado a simple vista, o la suma total de las características que distinguen a una determinada área de la superficie de la tierra de otras. Por su parte, el MOPT define al paisaje con base a dos enfoques: el estético y el ecológico o geográfico. Independientemente del contexto que se adopte, el paisaje liga a un factor ambiental que es percibido de manera directa o indirecta por un observador a través de todos los sentidos(Gómez-Mendoza *et al.* 2003).

Consulta Pública

La consideración del paisaje como elemento del medio ambiente implica dos aspectos fundamentales: el paisaje como elemento aglutinador de una serie de características del medio físico y la capacidad que tiene un paisaje para absorber los usos y actuaciones que se desarrollan sobre él. Uno de los mayores problemas en el desarrollo de métodos de evaluación cuantitativa de los efectos escénicos es el de la medición de las contribuciones específicas de los elementos del paisaje a la preferencia general (Buhyoff y Riesenmann, 1979), si bien casi todos los modelos coinciden en tres apartados: la visibilidad, la fragilidad del paisaje y la calidad(Martí-Vargas & Pérez-González 2001).

La visibilidad o cuenca visual es la porción de paisaje visualmente autocontenida, que abarca toda el área de visualización que un observador tiene del paisaje. La fragilidad de un paisaje es la "susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso o actuación sobre él". Se la puede considerar como una cualidad de carácter genérico y por ello intrínseca al territorio (Aguiló et al., 1995). Por calidad paisajística o calidad visual de un paisaje se entiende "el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve".

En primer lugar, se realiza una inspección del paisaje, describiendo los elementos que lo conforman (elementos bióticos y abióticos), los cuales serán la base para la evaluación; continuando con la descripción de la cuenca visual dependiendo de la ubicación del potencial espectador, lo cual sirve para localizar los elementos más frágiles, que se verán repercutidos por la construcción y operación de las obras.

Una vez colectados y analizados todos los elementos que pertenecen a la cuenca visual se hace la evaluación de la calidad del paisaje, en los diferentes planos; para determinar la calidad del paisaje de manera cuantitativa se utiliza el método de Polakowski, el cual clasifica la calidad en tres clases según lo típico o excepcional del paisaje.

**Localización del Área del Proyecto**

El proyecto denominado El Mezquital implica la preparación, construcción, operación y mantenimiento de una Parque Fotovoltaico, a 16.35 km al este de la cabecera municipal de San Miguel de Allende, en el estado de Guanajuato.

#### *4.4.4.1 Descripción del paisaje desde un enfoque ecológico*

El paisaje total o ecológico, es la interpretación del paisaje como recurso, y su enfoque se basa en el estudio del contenido territorial, a través de las características ecológicas-geográficas del territorio. La importancia faunística, botánica, los valores geomorfológicos, la fisiografía, la hidrología, el grado de humanización, y los valores patrimoniales y culturales entre otros, se contemplan de forma interrelacionada. Ante una acción externa, el paisaje se manifiesta como una unidad funcional - unidad de paisaje.

Conforme a la Guía para el Estudio del Medio Físico, los paisajes resultan de la combinación de la geomorfología, el clima, la fauna y flora, el agua, las incidencias de las alteraciones de tipo natural y finalmente las modificaciones antrópicas.

Consulta Pública

#### *4.4.4.1.1 Agentes modeladores del paisaje en el área de estudio*

Con base en lo publicado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes los factores que determinan el paisaje en el área de estudio son(Anon 1992):

- El relieve es el conjunto de formas y desniveles que presenta una superficie y que constituye la estructura básica de cualquier tipo de paisaje. En este caso, el AP se situará sobre la Subprovincia fisiográfica “Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato” Esta es una gran subprovincia que cubre totalmente los municipios de San Felipe, San Diego de la Unión, San Luis de la Paz, Dolores Hidalgo, Doctor Mora, Santa Catarina, Allende, San José de Iturbide y Tierra Blanca, y partes importantes de los de Victoria, Guanajuato, Comonfort y Santa Cruz de Juventino Rosas. Ocupa casi el 38°/o de la entidad (11,549 km2) y se extiende a partes del estado de San Luis Potosí, teniendo una gran complejidad en su panorama fisiográfico, en el que concurren sistemas tan distintos entre sí como sierras, mesetas, lomeríos, valles y llanuras.
- La composición y propiedades del suelo determinan su especial comportamiento frente a los procesos formadores del relieve. En el AP encontramos una asociación de los siguientes suelos: Phaeozem, Leptosol y Vertisol, suelos de clima semiseco y subhúmedo, susceptibles a erosión y suelos muy arcillosos, estos suelos forman grietas.
- La red hidrográfica reportada para el SAR está conformada por un total 3 corrientes principales.
- La vegetación también es un gran determinante del paisaje. En este caso, para el área de estudio, la información vectorial de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, serie VII señala la existencia de Agricultura de Temporal Anual, Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino y Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia.
- La acción humana ha ejercido una notable influencia en la transformación del paisaje, principalmente a través de los asentamientos humanos y las actividades económicas. En esta zona, el desarrollo de prácticas agropecuarias ha generado impactos ambientales significativos, entre los que destacan procesos de degradación del suelo y cambios en la composición florística por introducción de especies con la actividad pecuaria.

#### *4.4.4.2 Descripción del paisaje desde un enfoque visual*

Las características físicas del paisaje pueden ser identificadas por sus atributos visuales, ya que el planeamiento, las decisiones de manejo, la interacción de la cultura y los procesos naturales llevan a cambios físicos que se verán en el futuro en el paisaje. Los paisajes escénicos son una de las mayores fuentes para el goce humano y en algunos casos ha sido el objeto de acción pública directa para conservar su calidad(Julius 1978).

El enfoque visual considera fundamentalmente los aspectos que confluyen el proceso de percepción del paisaje, es decir, es lo que el observador es capaz de apreciar del territorio. La delimitación del espacio estudiado abarca la superficie definida por la visión del observador, y es lo que se denomina cuenca visual. La cuenca visual viene determinada

Consulta Pública

por una serie de parámetros que se especifican “ad casum”: condiciones de visibilidad, altura de la posición del observador, y altura de éste, formas de relieve.

#### *4.4.4.2.1 Cuenca visual*

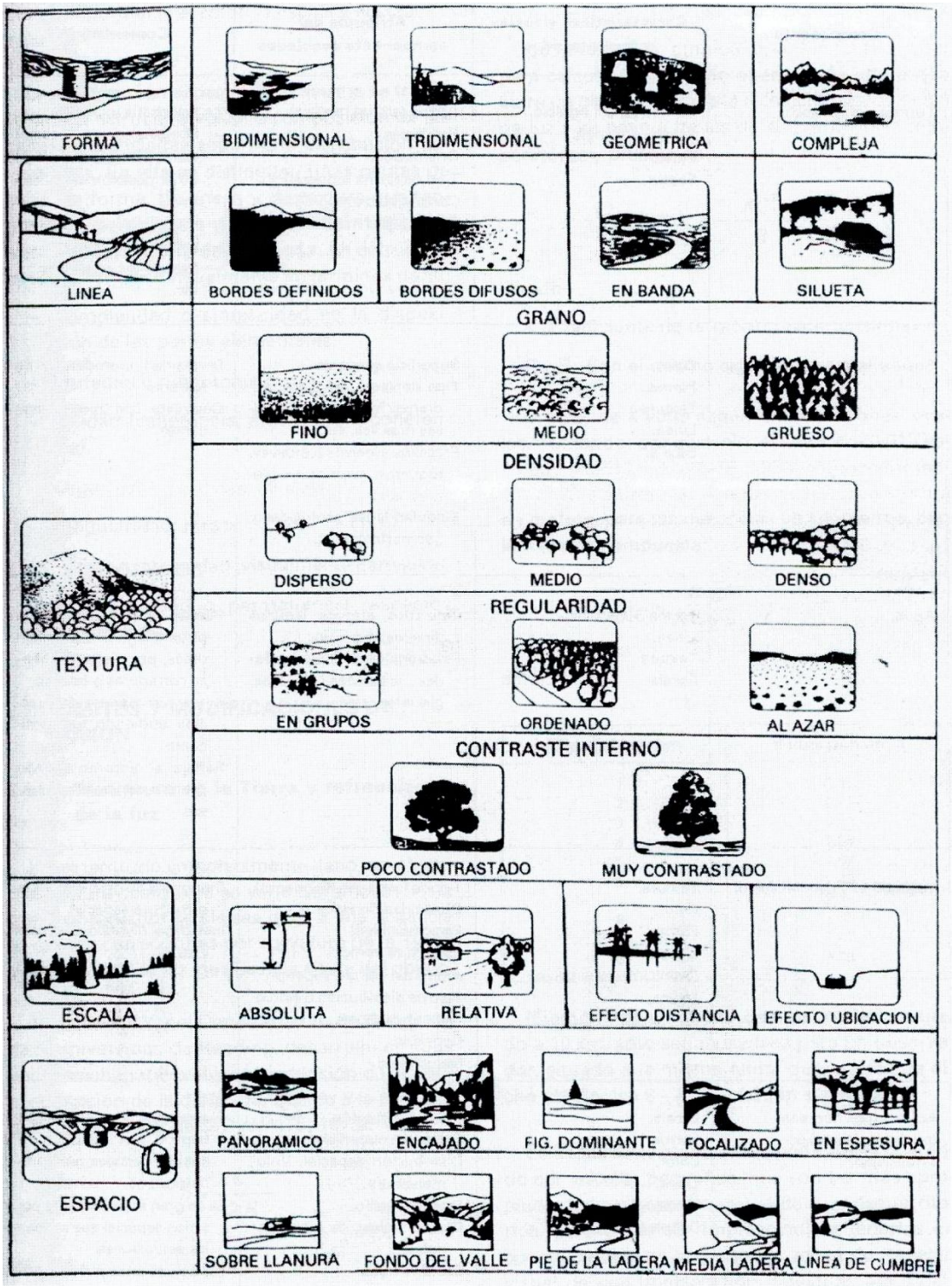
La cuenca visual es el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, o, dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto(Fernández-Cañadas 1977).

Determinada la cuenca visual, es importante saber qué áreas dentro de ésta tienen una mayor accesibilidad, ya que estás serán las que tengan mayor incidencia visual al tener mayor número de observadores potenciales. Estos puntos pueden ser áreas pobladas, carreteras, miradores, o cualquier zona considerada de interés público.

Teniendo ubicados los puntos con mayor incidencia visual, se procede a realizar un análisis en campo de las características visuales y componentes del paisaje desde la perspectiva de ellos. Para ello se describen los elementos visuales básicos de los componentes: forma, línea, color, textura, escala, y espacio (Ver figura siguiente).

Consulta Pública

***Figura 70: Características visuales básicas de los componentes del paisaje(Anon 1992).***




(Tomado de MOPT, 1992).

### *4.4.4.2.1.1 Determinación de la cuenca visual*

La operación básica en los estudios de análisis visual es la determinación de la cuenca visual. Ésta se define como la zona que es visible desde el punto (o conjunto de puntos) a

estudiar, el cual puede ser una carretera, un embalse o cualquier otro proyecto(Benayas-Álamo 1992). En este caso, la cuenca visual será la zona visible desde el área donde se realizará la construcción del Proyecto.

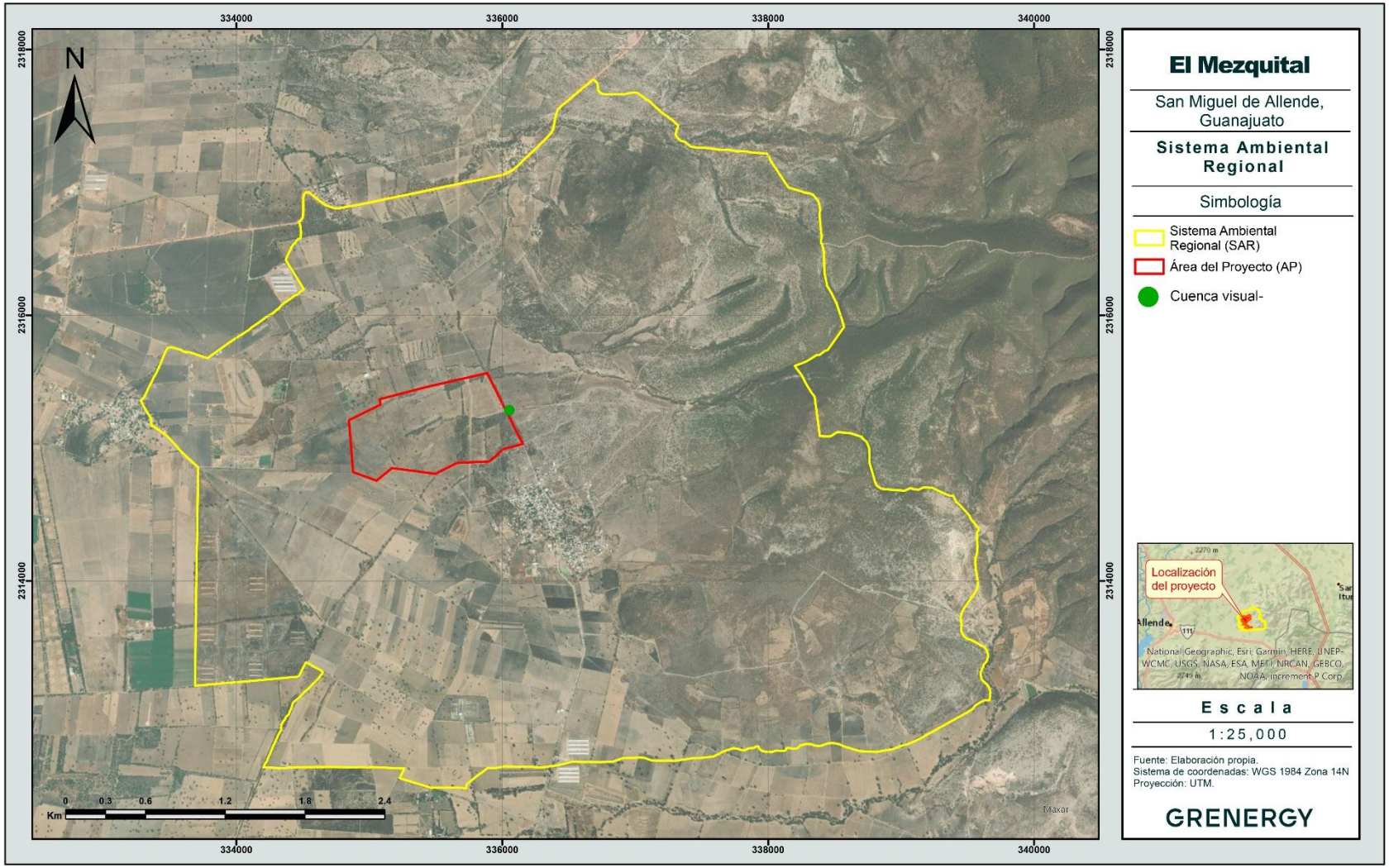
Tras el análisis, se puede afirmar que la visibilidad del Proyecto será alta, ya que las zonas donde se podrá visualizar, quedan ubicadas en áreas donde es muy probable que se pueda ver, ya que la naturaleza del proyecto, la altura y la distancia al potencial testigo serían significativos para su incidencia visual, y aunando a que se trata de un proyecto que será visualmente alto, aunque la vegetación que se localiza a la orilla de la carretera serviría como barrera visual y que abarca la mayor parte del área que colinda con la carretera.

***Tabla 171: Localización de las cuencas visuales***

| Coordenadas UTM | | |
|---|---|---|
| **Cuenca Visual** | **Este** | **Norte** |
| 1 | 336040 | 2315268 |

Consulta Pública

***Mapa 32: Cuenca Visual***



A continuación, se procede a analizar la calidad visual, por cuencas:



**Cuenca visual 1.-** Esta fotografía corresponde a la vista de la porción este del AP, vista de noreste a suroeste, desde el camino de terracería que va a San Antonio del Varal al norte del mismo. Tiene una forma bidimensional, con líneas de bordes difusos de grano medio con una densidad media, dado por la vista que da la vegetación, con una regularidad en grupos y poco contrastado. La escala es relativa y se considera el espacio sobre llanura.

#### *4.4.4.2.2 Calidad visual*

El principal objetivo de estudiar el paisaje para los estudios territoriales es sin duda saber determinar la calidad visual del paisaje, que viene asociado al valor natural del territorio y su interés por conservarlo. Esta cualidad del medio físico es la principal en el análisis del paisaje y sobre ella las otras consideraciones visuales del paisaje.

Se entiende por calidad de un paisaje “el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve”(Blanco-Andray 1979). El paisaje como cualquier otro elemento tiene un valor intrínseco, y su calidad se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que califican la belleza del paisaje(Cifuentes-Vega 1979).

La calidad visual está ligada a la belleza de los escenarios, y esto lo convierte en una cualidad subjetiva, que se ve afectada directamente por el observador. Esto hace que su análisis sea complejo, porque su valoración no sólo depende de qué ve el observador (el contenido de la escena) sino también de cómo lo ve, siendo la apreciación de la belleza particular en cada uno.

Consulta Pú

#### 4.4.4.2.2.1 Evaluación de la calidad visual en el AP

El U.S. Forest Service (1973 y 1974), establece una tabla para determinar los objetivos de calidad visual que se corresponden con los posibles grados de alteración que son aceptables en un paisaje.

- Clase A: de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes
- Clase B: de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea, textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcionales.
- **Clase C: de calidad baja, áreas con muy poca variedad den la forma, color, línea y textura.**

Para ello se evalúan tres clases de calidad escénica según los rasgos biofísicos de un territorio.

***Tabla 172: Evaluación de la calidad visual***

| | Alto | Medio | Bajo | Calidad escénica |
|---|---|---|---|---|
| **a.** Formas del terreno (Morfología) | 5 | 3 | 1 | A: 19 o más |
| **b.** Vegetación | 5 | 3 | 1 | |
| **c.** Agua | 5 | 3 | 0 | B: 12-18 |
| **d.** Color | 5 | 3 | 1 | |
| **e.** Contexto o fondo escénico | 5 | 3 | 0 | C: 11 o menos |
| **f.** Rareza | 6 | 2 | 1 | |
| **g.** Modificación antropogénica | 2 | 0 | - | |
| Total | | | | 4 |

Las cuencas visuales estudiadas tienen una pendiente mayor al 10%, por lo que hay presencia de pendientes dentro de ellas, la vegetación está presente dentro del AP.

La intervención antropogénica está presente en el AP, unos caminos que cruzan los predios hechos por el ganado, cercas y lienzos que dividen los ejidos, y con la presencia principalmente de actividad pecuaria.

Por todas estas características se pudo concluir que el paisaje objeto de estudio tiene una calidad visual baja, **clase predominantemente C**.

#### 4.4.4.2.2.2 Fragilidad visual

Al igual, que el estudio de calidad, el estudio de fragilidad puede resultar básico de cara a establecer recomendaciones de protección, y sobre todo para la evaluación de impactos ambientales.

Consulta Pública

Se define la fragilidad visual del paisaje como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él y expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones(Aguiló-Alonso 1981).

Otros autores también definen este concepto por la cualidad denominada capacidad de absorción visual, que representaría el efecto contrario al de fragilidad visual. La unidad de paisaje analizada es menos frágil cuanto más pueda ocultar o mitigar las acciones (absorber cambios) que sobre ella han sido llevadas a cabo por las actividades. La fragilidad visual indica, pues, el grado de alteración o el impacto que se alcanzaría en el caso hipotético de la implantación de una actividad concreta en la unidad territorial.

Mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio (propia de sus elementos), dependiente de la valoración estética del observador de los elementos que componen ese paisaje, no ocurre así con la fragilidad visual. El grado de fragilidad territorial, además de los caracteres intrínsecos, también depende del tipo y magnitud de la actividad que se desarrolla.

La fragilidad visual, por lo tanto, se centra en identificar las posibles modificaciones del territorio, y se determina la posibilidad de ocultar o integrar en el paisaje los nuevos elementos de la actuación, de modo que la apreciación del observador sea la que no cambie.

Existen diversos modelos para su análisis, pero todos incluyen factores como la visibilidad, efecto pantalla de la vegetación, pendiente y morfología del terreno o accesibilidad al paisaje.

Para llevar a cabo este análisis se tendrán en cuenta ciertos componentes asociados a las características del espacio y su influencia en la capacidad de absorción:

- **Densidad de la vegetación:** A mayor densidad de vegetación de especies leñosas, menor fragilidad.
- **Altura de vegetación:** La vegetación tiene un alto poder enmascarante, pero depende de la complejidad de la estructura, la densidad de estratos. Por lo tanto, a mayor complejidad de la vegetación, menor es la fragilidad visual.
- **Contraste cromático suelo vegetación:** A mayor contraste de color entre suelo y vegetación, mayor es la fragilidad.
- **Contraste cromático vegetación:** A mayor contraste cromático de la vegetación, mayor camuflaje tiene el territorio. Si los colores, no se distribuyen de manera homogénea, tiene mayor efecto de camuflaje. Las manchas monocromáticas son muy frágiles.
- **Estacionalidad de la vegetación:** Se reduce el efecto pantalla en zonas donde la mayoría de especies son caducifolias.
- **Pendiente:** A menor pendiente, mayor capacidad de absorción del territorio.
- **Iluminación:** A mayor iluminación para el observador, mayor fragilidad. Esto depende de la orientación del terreno. El sur y oeste, son más frágiles.
- **Los puntos y zonas singulares**, hacen que el observador se sienta atraído a mirar, por lo tanto, si un territorio alberga puntos y zonas singulares, su fragilidad es mayor.

Consulta Pública

- **La mayor amplitud y tamaño de vistas** supone un incremento de su fragilidad visual al ser visible desde más puntos. Lo más habitual es que se utilicen las características geomorfológicas del territorio para evaluarlo.
- **La distancia del terreno y de la actividad que se vaya implantar en el mismo, a carreteras o núcleos urbanos constituye un aumento de la presencia de observadores potenciales al mismo.** Por lo tanto, a mayor cercanía, mayor es la fragilidad visual.

#### *4.4.4.2.2.3 Evaluación de fragilidad visual en el AP*

Para evaluar la fragilidad se propone un método inspirado en(Escribano 1991), que considera tres variables: (a) factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación; (b) carácter histórico-cultural, que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico; (c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde carreteras y poblados. Los factores biofísicos determinan la fragilidad visual del punto, que, sumados a los factores histórico-culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca. Por últimos, al integrarse la accesibilidad tenemos la fragilidad visual adquirida.

***Tabla 173: Factores para evaluar fragilidad en el paisaje***

| Factor | Característica | | |
|---|---|---|---|
| | | Nominal | Numérico |
| D: Densidad de la vegetación | 67-100% suelo cubierto de especies leñosas | Bajo | 1 |
| | 34-67% suelo cubierto de especies leñosas | Medio | 2 |
| | 0-34% suelo cubierto de especies leñosas | Alto | 3 |
| | | | |
| E: Diversidad de estratos de la vegetación | > 3 estratos de vegetación | Bajo | 1 |
| | < 3 estratos de vegetación | Medio | 2 |
| | 1 estrato de vegetación dominante | Alto | 3 |
| | | | |
| A: Altura de la vegetación | > 3 m de altura promedio | Bajo | 1 |
| | < 3 de altura promedio | Medio | 2 |
| | < 1 m de altura promedio | Alto | 3 |
| | | | |
| CS contraste cromático Vegetación-suelo-vegetación | Contraste visual bajo (monocromatico -veg. perenne) | Bajo | 1 |
| | Contraste visual medio - (caduca) | Medio | 2 |
| | Contraste visual (perenne y caduca) | Alto | 3 |
| | | | |
| P Pendiente | 0-25% | Bajo | 1 |
| | 25-55% | Medio | 2 |
| | > 55% | Alto | 3 |
| | | | |
| TCV: Tamaño de la cuenca visual | Visión de carácter lejano o zonas distantes > 4000 m | Bajo | 1 |
| | Visión media, dominio de los planos medios de visualización (1000 a 4000m) | Medio | 2 |

Consulta Pública

| Factor | Característica | | |
|---|---|---|---|
| | | Nominal | Numérico |
| | Visión de carácter cercana, dominio de los primeros planos (0 a 1000m) | Alto | 3 |
| | | | |
| FCV: Forma de la cuenca visual | Cuencas regulares, extensas generalmente redondeadas (Vistas cerradas) | Bajo | 1 |
| | Cuencas irregulares mezcla de zonas cerradas con fugas visuales | Medio | 2 |
| | Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual (focos de atención) | Alto | 3 |
| | | | |
| CCV: compacidad de la cuenca visual | Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o con menor incidencia visual. | Bajo | 1 |
| | El paisaje presenta zonas de baja incidencia visual pero en un bajo porcentaje | Medio | 2 |
| | Vistas panorámicas, abiertas, el paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales (sin zonas de sombra) | Alto | 3 |
| | | | |
| SP: Singularidad paisajística | Paisaje común, sin riquezas visuales o muy alterados | Bajo | 1 |
| | Paisajes de importancia, pero característicos y representativos de la zona. Con poco o sin elementos singulares. | Medio | 2 |
| | Paisajes notables con riqueza de elementos únicos y, instintivos | Alto | 3 |
| | | | |
| Accesibilidad | Baja accesibilidad visual | Bajo | 1 |
| | Percepción media | Medio | 2 |
| | Alta visibilidad, paisaje con alta frecuencia turística | Alto | 3 |
| | | | |
| H: Valor histórico cultural | Sin elementos culturales | Bajo | 1 |
| | Elementos culturales subactuales de interés medio | Medio | 2 |
| | Elementos culturales de importancia | Alto | 3 |
| **Total** | | | **22** |

*El número en rojo corresponde al valor otorgado a las características del paisaje en el área de estudio.

La Unidad de Paisaje que presenta mayor fragilidad, es en las partes altas, donde quedaría a la vista del potencial testigo, lo anterior da como resultado espacios con presencia de llanuras. Los cuales son bastante común en la zona.

Existe una fragilidad paisajística, por el hecho de la alta accesibilidad visual que tiene el paisaje por el tema de las actividades agrícolas, la altura a nivel del piso con el testigo que es altamente visible; lo que nos da una incidencia visual alta.

Consulta Pública

Luego de ponderar cada factor de acuerdo con los valores de fragilidad señalados en la tabla anterior, se realiza la sumatoria de éstos obteniendo un nuevo valor que indica la fragilidad del paisaje de acuerdo a los siguientes rangos:

- 11 a 18 = Fragilidad Baja
- **19 a 26 = Fragilidad Media**
- 27 a 33 = Fragilidad Alta

De acuerdo con la evaluación de cada uno de los factores que los componen y haciendo una evaluación cualitativa, se obtiene un valor de **22** por lo que se concluye que el paisaje presenta una fragilidad **Media**, considerando lo común del paisaje y las zonas abiertas y de las distancias considerables, la presencia de caminos, y la pendiente del terreno.

#### *4.4.4.2.3 Capacidad de absorción*

La fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual(Escribano 1991), entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Por tanto, la "capacidad de absorción visual" se refiere a las posibilidades del terreno para enmascarar la alteración conservando su integridad visual o la aptitud del territorio para admitir cambios sin notable quebranto de sus aspectos visuales.

Para concluir en la obtención de la capacidad de absorción, se optó por aplicar la siguiente tabla, que combina los conceptos de calidad y visibilidad, y que es utilizada para evaluar fragilidad:

***Tabla 174: Evaluación de Capacidad de absorción, utilizando determinación de fragilidad***

| Determinación de la fragilidad | | CALIDAD | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Muy Baja** | Baja | Media | Alta | Muy Alta |
| VISIBILIDAD | Muy Baja | Muy Baja | Muy Baja | Baja | Media | Media |
| | Baja | Muy Baja | Baja | Baja | Media | Alta |
| | Media | Baja | Baja | Media | Alta | Alta |
| | **Alta** | **Media** | Media | Alta | Muy Alta | Muy Alta |
| | Muy Alta | Media | Media | Alta | Muy Alta | Muy Alta |

La calidad de la zona es **Muy Baja** considerando que son zonas que son destinadas a actividades pecuarias, y la visibilidad **Alta**, ya que se encuentra a una distancia y altura de todos los sitios donde se ubican las cuencas visuales que lo hace potencialmente muy visible el AP. Se concluye que la fragilidad es **Media**.

1) ¿Modificará la dinámica general de algún cuerpo de agua? **No**
2) ¿Modificará la dinámica natural de las comunidades de flora y fauna? **Si**

Consulta Pública

3) ¿Se contempla la introducción de especies? **No**
4) ¿La zona es considerada con cualidades estéticas únicas o excepcionales? **No**
5) ¿Es una zona considerada con atractivo turístico? **No**
6) ¿Es o se encuentra cerca de un área arqueológico o de interés histórico? **No**
7) ¿Es o se encuentra cerca de un área natural protegida? **No**
8) ¿Modifica la armonía visual con la creación de un paisaje artificial? **Si**

¿Existe alguna afectación en la zona? **Si. Hay actividades agrícolas y caminos dentro del AP.**

### 4.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El Diagnóstico Ambiental consiste en un conjunto de estudios y análisis que sintetizan el estado medioambiental a nivel territorial, en este caso del SAR, entendiendo que el AI y el AP están dentro del mismo, además es la herramienta base para determinar el estado actual de los factores ambientales y socioeconómicos en el SAR.

Para describir el Diagnostico Ambiental del Proyecto se utilizó un análisis basado en Unidades Ambientales (UA). Las Unidades Ambientales (UA), se definen como áreas homogéneas de ecosistemas e identifican las posibilidades y problemas para el desarrollo. Su delimitación y estructuración están básicamente concebidas en función de parámetros físicos, de humedad, temperatura, precipitación, caracterización fisionómica de vegetación, suelos y fisiografía (Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas de los Ríos San Miguel y Putumayo. OEA. Secretaria Ejecutiva Para Asuntos Económicos y Sociales. Departamento de Desarrollo Regional Washington, D.C. 1987).

Tomando la definición de UA, la determinación de UA es una forma de clasificar el territorio siguiendo determinados criterios, de modo que las áreas distinguidas reúnan ciertas propiedades. Se trata aquí de definir y delimitar unidades homogéneas cuyos rasgos determinantes sean los de sus cualidades naturales o ambientales.

El objetivo es una división espacial de la totalidad del SAR, AI, AP en unidades ambientales irregulares extensas buscando la homogeneidad de los elementos definitorios mediante la combinación de indicadores ambientales como la homogeneidad fisiográfica (topografía y pendientes), la vegetación, los usos del suelo o el paisaje. En la definición de las unidades ambientales homogéneas se busca también que reaccionen con comportamientos similares en lo relativo a aptitudes y limitaciones de uso.

Para el diagnóstico ambiental se realizó un análisis con la información recopilada en la caracterización ambiental, a razón de identificar las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del SAR, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (software ArcMap 10.5). Se descartaron las variables que presentan un solo valor para todo el SAR; por lo cual, sólo se tomaron en cuenta las siguientes variables:

A. Uso de Suelo y Vegetación
B. Degradación de suelos
C. Grado de pendiente

Consulta Pública

### 4.5.1 Variables para determinar las UA del SAR

Para cada variable, se asignaron valores cuantitativos de acuerdo con el grado de conservación, los valores van del 1 al 3, siendo 1 para los polígonos menos conservados y 3 para los más conservados.

A continuación, se muestran los valores asignados a cada una de las variables

#### *4.5.1.1 Variable "A" Uso de Suelo y Vegetación*

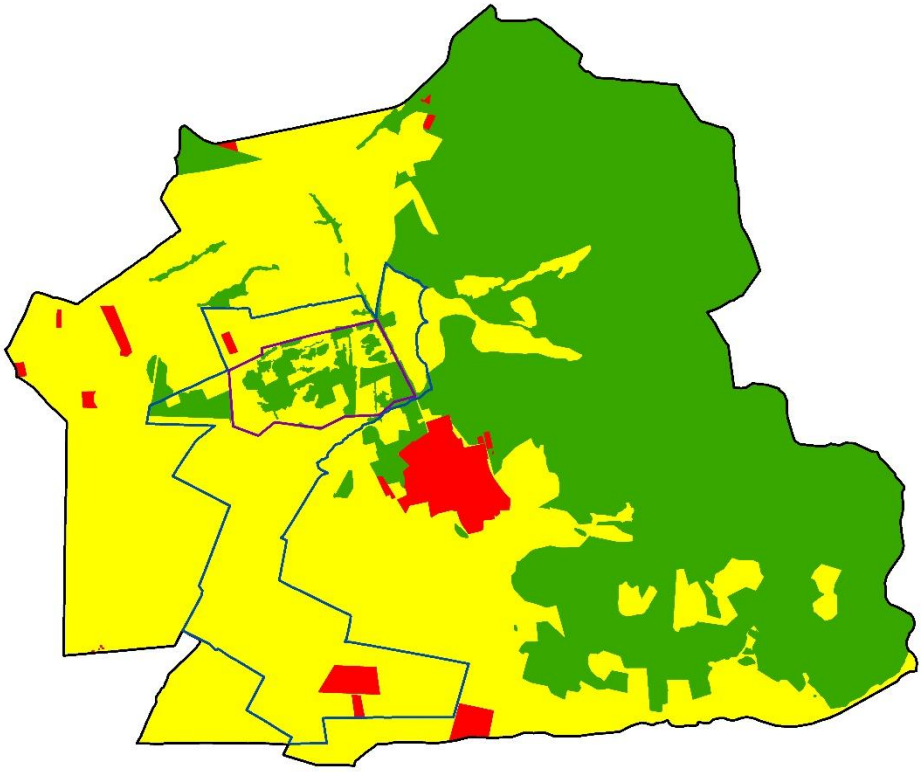
Se cargaron los usos de suelo y vegetación de la vegetación actual del SAR. Se asignó el valor de 3 a aquellos tipos de vegetación cuya composición no se ha visto afectada por las actividades del hombre (mejor conservadas); el valor de 2 para agricultura y el valor de 1 para los usos de suelo correspondientes a actividades humanas.

***Tabla 175: Valor asignado al Uso de Suelo y Vegetación de acuerdo al grado de conservación.***

| Variable "A" Uso de Suelo y Vegetación Actual | | |
|---|---|---|
| **Descripción** | **Valor A** | **Color** |
| Mezquital - Huizachal | | |
| Bosque de encino | | |
| Cuerpo de agua | | |
| Asociación Arvenses | | |
| Agricultura | | |
| Sin Vegetación Aparente | | |
| Asentamientos Humanos | | |

Consulta Pública

*Figura 71: Variable A, Uso de suelo y Vegetación Actual*



### 4.5.1.2 Variable "B" Degradación del suelo

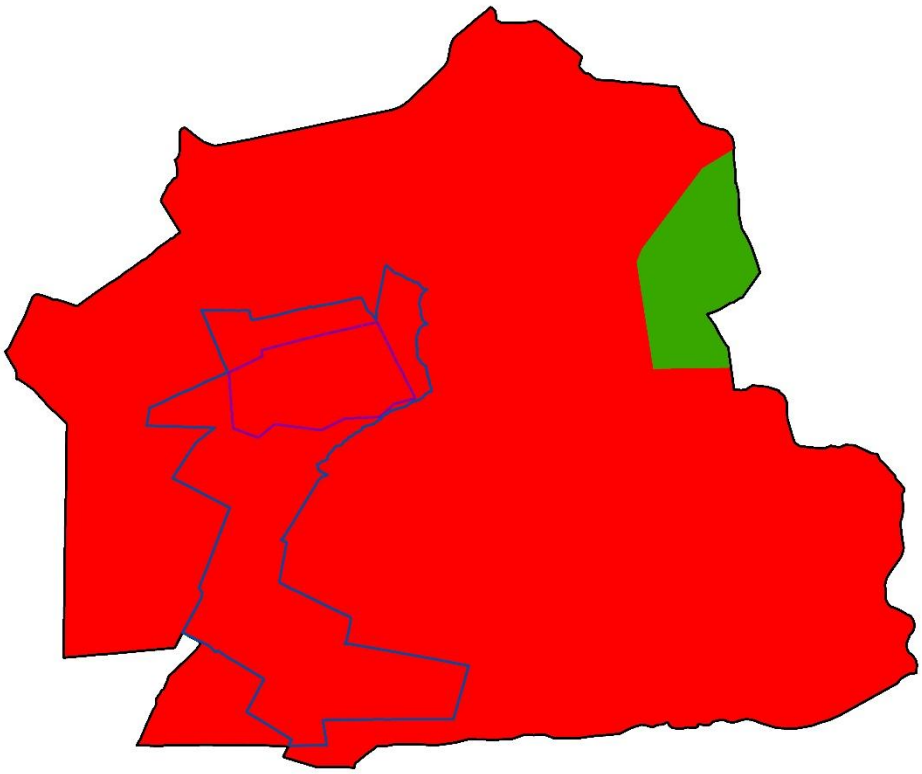
Se cargó la clasificación de CONABIO para la Degradación del suelo en la República Mexicana; asignando el valor de 3 a aquellas zonas sin degradación del suelo (mejor conservadas) y el valor de 1 para las que presentan algún grado de degradación.

*Tabla 176: Valor asignado al grado de Degradación del suelo*

| Variable "B" Degradación Del Suelo | | |
|---|---|---|
| **Descripción** | **Valor B** | **Color** |
| No Degradado | | |
| Degradado | | |

Consulta

*Figura 72: Variable B, Degradación del suelo*



### 4.5.1.3 Variable "C" Grado de Pendiente del Terreno

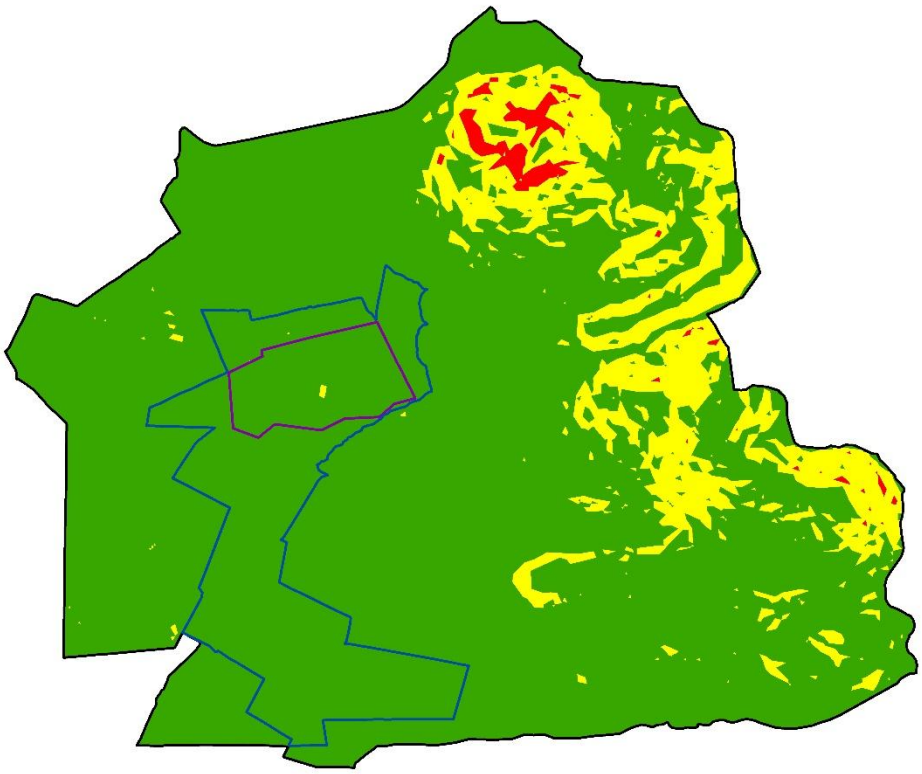
Mediante el MDE, se clasificaron las pendientes dando como el valor de 3 a las pendientes de 0 – 21%; de 2 a las pendientes entre 21-63% y de 1 a las pendientes mayores de 63%.

*Tabla 177: Valor asignado a los Grados de Pendiente*

| Variable "C" Grados de Pendiente del Terreno | | |
|---|---|---|
| Descripción | Valor C | Color |
| 0 – 20 % | 3 | |
| 20 – 39 % | 2 | |
| 39 > % | | |

Consulta

*Figura 73: Variable C, Grado de Pendiente*



Una vez asignados los valores a las variables "A, B, y C", se realizó la sobreposición de las capas correspondientes a cada variable, dando como resultado Unidades Ecológicas (UE) con valores mínimos de 3 y máximos de 9, a los que se les asignó un grado de conservación como se muestra en la siguiente tabla.

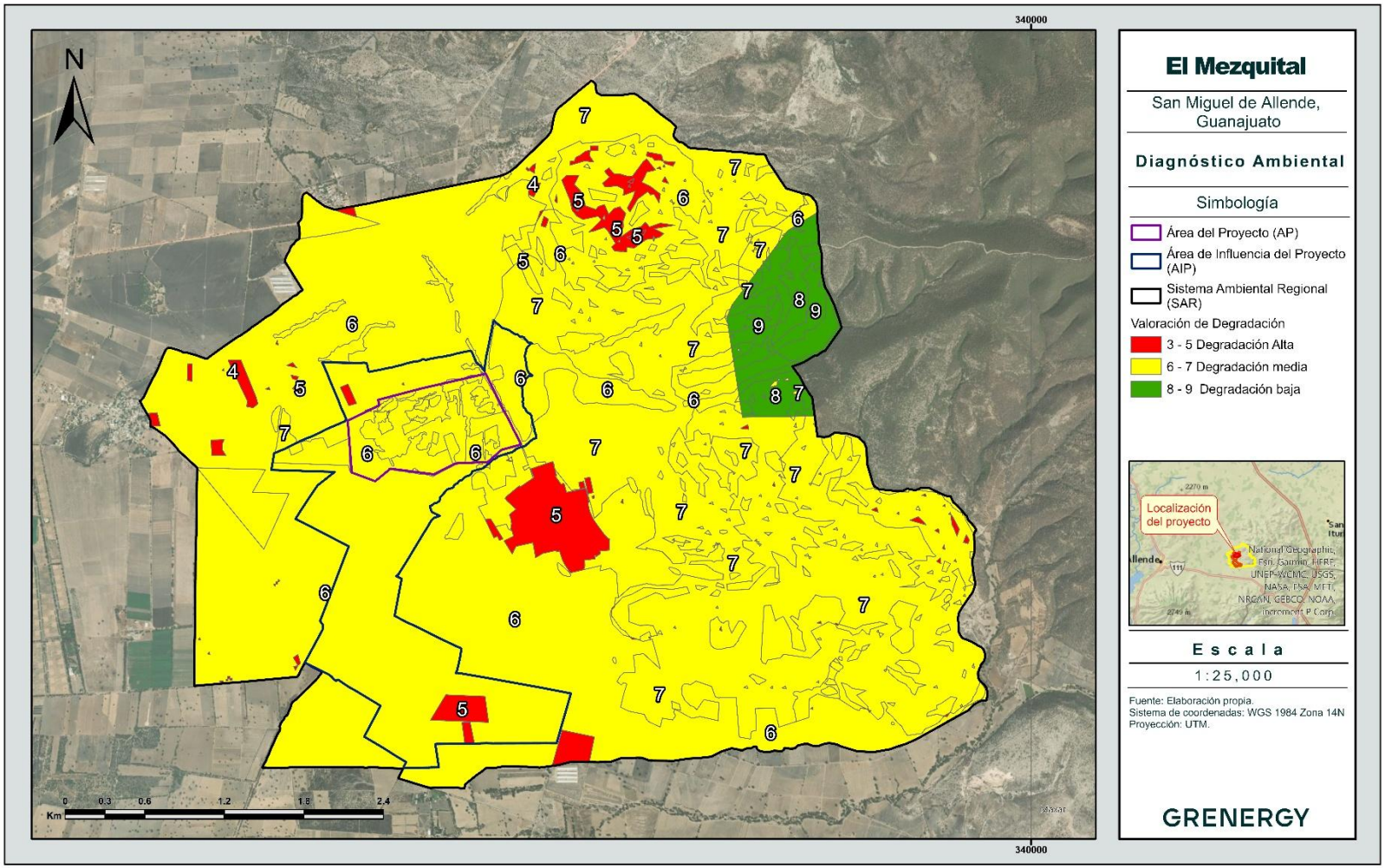
Las UE, son el resultado de la integración de las variables biofísicas en unidades territoriales con características homogéneas, lo que permitió determinar el grado de degradación/conservación de las mismas, como se muestra en el siguiente mapa:

*Tabla 178: Valor obtenido de acuerdo al grado de conservación*

| Diagnóstico Ambiental | | |
|---|---|---|
| **Grado de Conservación** | **Valor** | **Porcentaje en SAR** |
| Degradación Alta | 3 – 5 | 3.68 % |
| Degradación Media | 6 – 7 | 92.70 % |
| Degradación Baja | 8 - 9 | 3.61 % |

Consulta

***Mapa 33: Diagnóstico Ambiental, grado de degradación/conservación de las UE***



### 4.5.2 Diagnóstico

Como se puede observar en el mapa anterior, solo una pequeña porción del SAR corresponde a una UE que presentan un grado de degradación bajo (8 - 9) representando el 3.61%, esta porción del SAR está representada por la zona elevada del relieve, en la que no se desarrollan actividades antropogénicas. Por lo que no presenta ningún tipo de degradación del suelo ni alteración en la vegetación.

Por otra parte, la degradación alta (3 – 5) se limita a las zonas desprovistas de vegetación que corresponden a las localidades y representan un 3.68% del SAR. Esta UE presenta características como:

- No cuenta con ningún estatus de conservación ecológica.
- Presenta baja concentración de cuerpos de agua
- Presenta un grado alto de degradación al suelo derivado a las actividades antropogénicas.

Mientras que la mayor parte del SAR corresponde a una UE con una degradación media (6 – 7), representando el 92.70% de la superficie. Esta UE corresponde a las áreas del SAR que han sido utilizadas para actividades agropecuarias, ocasionando un proceso de degradación del suelo debido a las acciones necesarias para el desarrollo de las mismas.

Esta UE presenta características que han propiciado la degradación de su estado natural como:

- Terrenos destinados a la agricultura temporal y asociación arvense, la cual se compone de plantas silvestres que prosperan en áreas de cultivo fuera de uso, compartiendo el paisaje agrario. Esta asociación se caracteriza por competir con las especies cultivadas por recursos como el agua, luz y nutrientes.
- Cuenta con un grado de pendiente que va del 0 - 39 %.
- Se encuentra en un proceso de degradación química del suelo derivado de las actividades agrícolas, el uso de agroquímicos y el sobrepastoreo.

Dicha tendencia, se debe a que la superficie del SAR presenta características topográficas que favorecen el uso agropecuario, aunado a la cercanía a arroyos y ríos importantes.

Con base en el análisis para determinar las UE del SAR, AIP y AP, se pueden determinar las siguientes consideraciones:

1. La superficie del SAR forma parte de llanura en su mayoria con una pendiente plana siendo el Phaeozem el tipo de suelo dominante, el cual proporcionan aptitudes para la agricultura ya que tiene una permeabilidad alta ayudando a la filtración y escorrentía de agua, derivado de su textura arenosa.
2. Realizando el análisis de cobertura vegetal del SAR a partir de imágenes satelitales 2014-2024, se aprecia que se han establecido en su mayoría campos de agricultura destinados al cultivo, a su vez, se aprecian manchones de vegetación, como se aprecia en las siguientes imágenes.

Consulta Pública

***Figura 74: Áreas de cultivo en el SAR, de acuerdo a la imagen satelital 2017***

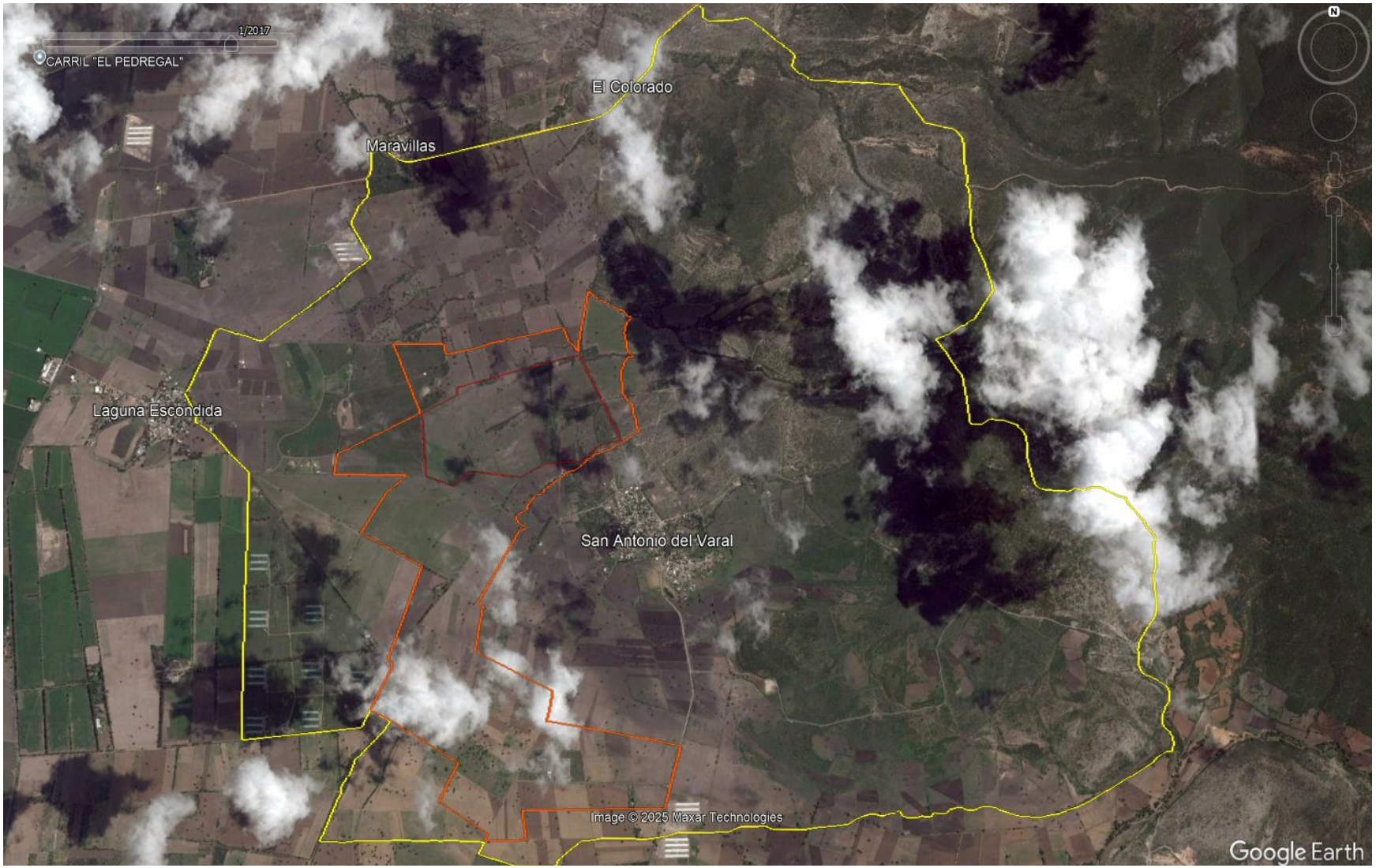
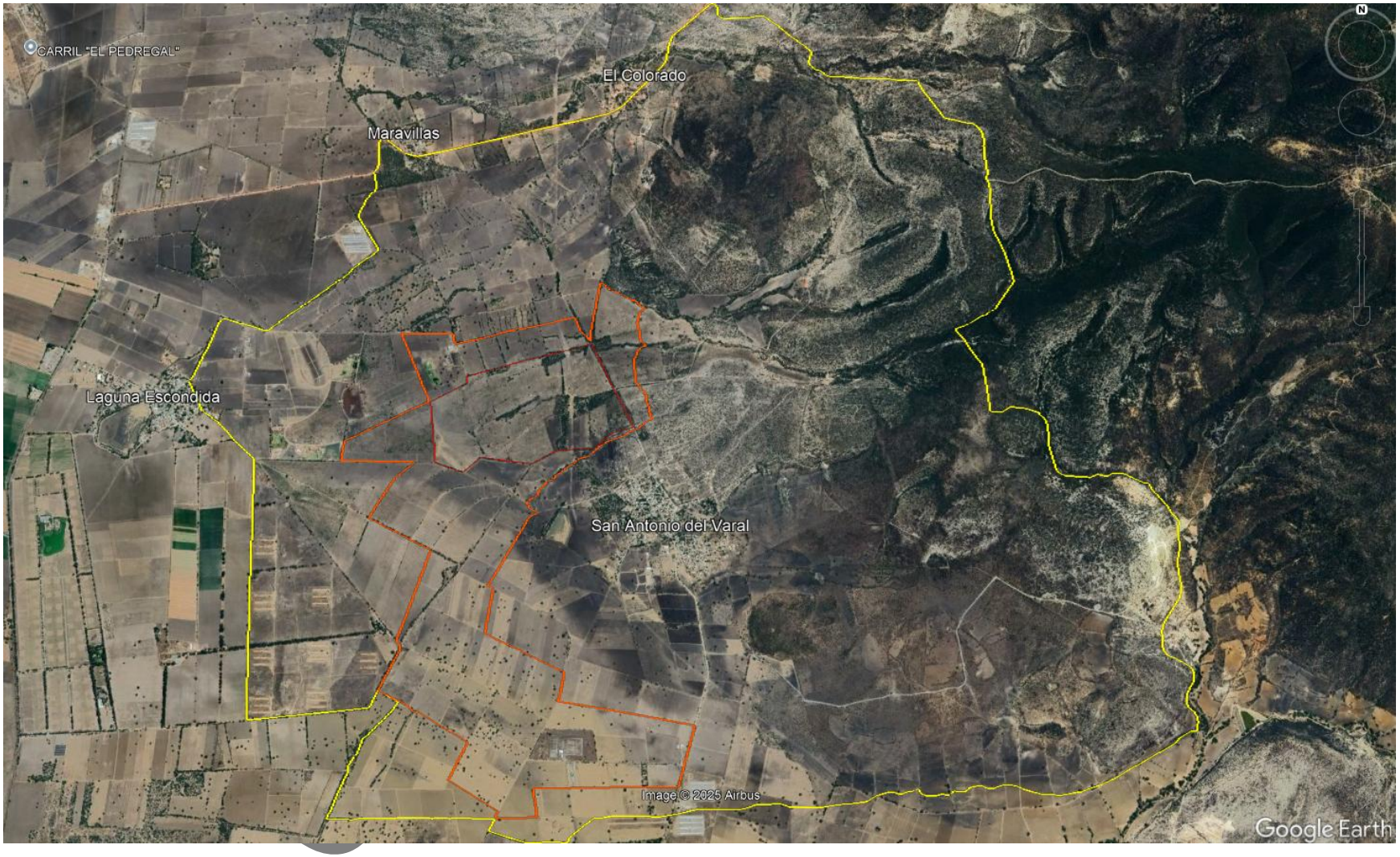


***Figura 75: Áreas de cultivo en el SAR, de acuerdo a la imagen satelital 2024***



3. El área del SAR presenta en su mayoría un uso agrícola, así como localidades y áreas de agostadero para la ganadería.
4. Recurso hídrico: La red hidrográfica dentro del SAR se encuentra compuesto por 3 corrientes principalmente, de tipo intermitente, siendo los arroyos Colorado, Blanco y Loma Larga los cuales se originan en la parte alta del SAR (al este) teniendo una dirección de flujo de este a oeste. También se encuentra una red de escurrimientos de orden menor que alimentan a dichas corrientes y pequeños cuerpos de agua de tipo intermitentes, mismos que tienen un aprovechamiento para las actividades agropecuarias.

Esto ha resultado en un impacto negativo a la composición natural del SAR, ofreciendo un escenario común en la región y otorgando una calidad media a la zona.

En este sentido, el proyecto no compromete la integridad de la diversidad taxonómica y estructural de la vegetación y fauna analizada, toda vez que se respeten las actividades incluidas en los programas propuestos.

Debe mencionarse que las actividades involucradas en el desarrollo del Proyecto se desarrollarán exclusivamente dentro de la superficie de obras del AP, misma que se localiza dentro de las UE que presentan un grado de degradación medio.

### 4.5.3 Tendencias de cambio

Considerando la tendencia de desarrollo del municipio y el uso potencial que tienen las tierras en las que se pretende instalar el Proyecto, así como, las necesidades de energía en el estado de Guanajuato, y de México, ya que, se encuentra dentro de la *"Convocatoria para la Atención Prioritaria de Solicitudes de Permisos de Generación Eléctrica e Interconexión al Sistema Nacional Alineados a la Planeación Vinculante",* por otra parte, de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 (Gobierno de México 2025) el Proyecto encaja con el eje general de desarrollo sustentable, siendo un ejemplo de cómo la transición hacia energías limpias puede ser un motor de cambio positivo para el desarrollo del país, fomentando tanto el progreso económico como la justicia social y el respeto por el medio ambiente, siendo una alternativa viable para la mitigación del cambio climático. Este proyecto reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar fuentes de energía convencionales con energía solar limpia.

El objetivo de desarrollar proyectos de energía renovable es generar energía limpia a menor costo, reducir emisiones a la atmósfera, desarrollar proyectos comunitarios de acuerdo a un plan de gestión social, establecer medidas específicas de compensación; así como generar empleos y bienestar.

Estos son algunos de los beneficios alcanzados por los Parques Fotovoltaicos, tal como lo establece Banobras.

- Representan una fuente de energía limpia y con un impacto ambiental mínimo.
- La electricidad generada se traduce en tarifas eléctricas más bajas para las personas usuarias de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en las comunidades aledañas.

Consulta Pública

- Estos proyectos solares traen consigo proyectos con impacto social en las comunidades aledañas.

Considerando el punto anterior, en el SAR la oferta laboral es baja ya que las actividades agropecuarias han disminuido por lo que cada vez se requiere menos mano de obra para las mismas, además, el desarrollo de proyectos de generación de electricidad requiere mano de obra de las poblaciones cercanas y el personal foráneo solo se establece durante las etapas de preparación y construcción de los proyectos, por lo que no se espera un incremento de las poblaciones aledañas de forma permanente.

Por último; de acuerdo a los ordenamientos jurídicos aplicables se concluye que: no existen disposiciones legales, federales o locales, que prohíban expresamente la preparación, construcción y operación del Proyecto, únicamente se establecen disposiciones tendientes a condicionar su ejecución para acreditar su viabilidad ambiental.

Consulta Pública

**5 IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ..... 507**

5.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ..... 507

5.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..... 507

5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS ..... 507

5.2.1 INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO ..... 507

5.2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS GENERADORES DE CAMBIO ..... 509

5.2.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN ..... 511

5.2.4 CRITERIOS ..... 512

5.2.5 ELABORACIÓN DE UN CHECKLIST ESPECÍFICO ..... 514

5.2.6 MATRIZ DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS ..... 515

5.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS ..... 519

5.3.1 IMPACTOS NEGATIVOS ..... 522

5.3.2 IMPACTOS POSITIVOS ..... 525

5.4 IMPACTOS ACUMULATIVOS ..... 526

5.5 IMPACTOS RESIDUALES ..... 530

5.6 RESUMEN Y CONCLUSIONES ..... 531

## Índice de Figuras

Figura 1: Conclusiones Generales del Checklist ..... 515

Figura 2: Matriz de Impactos ..... 516

Figura 3: Valoración de impactos ..... 519

Figura 4: Gráfica de importancia de impactos negativos ..... 522

## Índice de Tablas

Tabla 1: Indicadores de impacto ..... 508

Tabla 2: Valor de significancia máximo ..... 520

Tabla 3: Importancia relativa de impactos negativos ..... 521

Tabla 4: Intensidad de los impactos identificados ..... 525

Tabla 5: Matriz de impactos acumulativos y residuales ..... 528

Consulta Pública

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

## 5.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La fase de identificación de impactos está orientada a reconocer aquellos impactos potenciales significativos del Proyecto y determinar las interacciones que requerirán una evaluación más detallada, así como del alcance de las mismas.

### 5.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La identificación y evaluación de los impactos[1] ambientales asociados al proyecto **El Mezquital**, se basa en una combinación de diferentes métodos:

- Identificación de los indicadores de impacto
- Identificación de los generadores de cambio
- Elaboración de un Checklist específico[2]
- Matriz de evaluación cuantitativa de impactos
- Priorización de impactos

Una vez definido el SAR se procedió a describir la línea de base, tomando como puntos de partida la recopilación y análisis de información bibliográfica existente. Posteriormente se realizaron visitas a campo para el reconocimiento de la zona y recopilación de información específica tanto del medio físico, como del biótico y social. Además de definir y evaluar la línea base ambiental, se identificaron los patrones de cambio observados en los últimos años, con la finalidad de poder extrapolar el estado del medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo. Si bien al principio del proyecto se realiza una recopilación de información que abarca a todo el SAR, el proceso de identificación de impactos contribuyó a definir las áreas del territorio donde era necesario realizar un mayor esfuerzo para obtener datos e información más precisa.

## 5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

### 5.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático

Una definición genéricamente utilizada del concepto -*indicador de impacto*- establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987)[3].

La selección adecuada de los indicadores (primera fase) de impacto busca establecer los elementos del ambiente afectados por un agente o generador de cambio; esto permite, en una segunda fase, evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la preparación, construcción y operación del Proyecto.

Consulta Pública

[1] *La International Association of Impact Assessment define impacto como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009).*
[2] *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Guillermo Espinoza. Banco Interamericano de Desarrollo – BID Centro de estudios para el Desarrollo – CED. 2002*
[3] RAMOS, A. (ed.), 1987. Diccionario de la naturaleza. Hombre, ecología, paisaje. Espasa-Calpe. Madrid.

Con base a la delimitación del SAR, las características del proyecto y trabajo de campo, se realizó un planteamiento de los principales aspectos ambientales que se consideraron relevantes a ser analizados para identificar los indicadores de cambio.

La lista de los indicadores de impacto se clasificó de la siguiente manera:

### Calidad del aire

- Emisiones a la atmósfera
- Aumento del ruido producido por la maquinaria
- Dispersión de polvos fugitivos

### Calidad escénica

- Modificación a la calidad escénica por la presencia del Proyecto

### Medio biótico

- Flora
- Fauna

### Suelos

- Contaminación (derrames de aceites y combustibles)
- Compactación del suelo
- Aumento en la erosión hídrica
- Modificación en la capacidad de infiltración

### Medio socioeconómico

- Salud
- Empleo

Para el proceso de identificación de los indicadores de impacto se consideraron los procesos de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, los diferentes componentes del SAR y los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

El resultado de este proceso es una lista en la que se detallan los indicadores identificados, el factor ambiental afectado por cada uno de ellos, y el índice que servirá para evaluar cuantitativa o cualitativamente el posible efecto que el Proyecto pueda tener sobre éstos:

***Tabla 1: Indicadores de impacto***

| Componente | Indicador | Parámetro |
|---|---|---|
| Flora | Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura | Superficie del área con infraestructura |
| Fauna | Pérdida de zonas de refugio | |
| | Impactos a la fauna silvestre | Número de fatalidades |
| Suelo | Compactación | Superficie compactada y cimentada |
| | Erosión hídrica | Toneladas de suelo perdido |

Consulta Pública

| Componente | Indicador | Parámetro |
|---|---|---|
| | Modificación en la capacidad de infiltración | Volumen de infiltración |
| | Contaminación | Número de vehículos y maquinaria |
| | | Volumen de residuos y clasificación |
| Agua | Contaminación | Volumen de aguas residuales sanitarias |
| Aire | Emisiones a la atmósfera | Número de vehículos y maquinaria |
| | Emisiones de ruido | |
| | Dispersión de polvos fugitivos | |
| Calidad escénica y paisaje | Contaminación visual | Superficie ocupada por maquinaria e infraestructura |
| Salud y seguridad | Contacto de especies silvestres con el personal | Número de eventualidades ocurridas por el contacto de especies silvestres con el personal |
| | Fauna nociva u oportunista | Volumen de residuos y clasificación |
| | | Número de eventualidades por presencia de fauna nociva |
| Socio-Económico | Derrama económica para el municipio | Número de empleos generados |
| | Generación de empleos | Número de empleos generados |
| | Generación de energía eléctrica | Capacidad de generación |

### 5.2.2 Identificación de los generadores de cambio

La International Association of Impact Assessment define ***impacto***, como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009). Se describen las acciones como generadores de cambio que tienen como consecuencia "*un efecto o un impacto sobre los servicios ambientales y afectan el bienestar humano*" (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

En este caso, la acción es provocada por el generador de cambio ligado al proyecto y el efecto o consecuencia es el impacto experimentado por un receptor específico; entre ellos, los servicios ambientales, componentes del bienestar humano y biodiversidad.

A la vez, existen interrelaciones entre distintos receptores, por lo que, cambios que experimentan los servicios ambientales, pueden afectar el bienestar humano a través de cambios en la seguridad, las necesidades materiales básicas para el buen vivir, la salud y las relaciones sociales y culturales (Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005). Dada la complejidad de los servicios ambientales, la biodiversidad y los componentes del bienestar humano, los generadores de cambio no necesariamente producen efectos directos y específicos sobre dichos servicios. Se pueden presentar relaciones entre diversos

Consulta Pública

generadores de cambio y sus impactos, e incluso entre generadores de cambio que son independientes del proyecto, en el contexto del SAR.

Cuando más de un impacto tiene efecto sobre un servicio ambiental, se dice que se trata de efectos acumulativos si el impacto final se comporta como la suma simple de estos impactos, o sinérgicos, cuando se potencian entre sí, es decir, cuando el impacto final acumulado es mayor que la suma de los impactos individuales. En todo caso, se trata de los efectos producidos por las acciones humanas, ya sea a través de continuas adiciones o pérdidas de los mismos materiales o recursos, o debido al efecto compuesto ocasionado por la combinación de dos o más efectos (IAIA, 2003).

En el caso en particular del proyecto **El Mezquital**, durante el proceso de identificación de impactos se valoró, entre otros aspectos, la posible acumulación incremental de cada impacto, así como la posibilidad de ser mitigados y/o compensados.

La fase de identificación de impactos está orientada a reconocer aquellos impactos potenciales significativos del proyecto, con tal de determinar las interacciones que requerirán una evaluación más detallada, así como del alcance de la misma.

Desde un enfoque basado a partir de la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, los principales generadores de cambio directos (GCD) previstos son los siguientes:

- **Preparación**

| Generador de cambio |
|---|
| Limpieza del terreno (CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura) |
| Nivelación de las áreas requeridas |
| Presencia de vehículos y maquinaria |
| Presencia de trabajadores |
| Generación de residuos |

Consulta Pública

- **Construcción**

| Generador de cambio |
|---|
| Instalación de obras temporales |
| Instalación de obras permanentes:<br>• Preparación de la superficie<br>• Canalizaciones y arquetas<br>• Excavación<br>• Vallado perimetral |
| Presencia de vehículos y maquinaria |
| Presencia de trabajadores |
| Generación de residuos |

- **Operación y Mantenimiento**

| Generador de cambio |
|---|
| Mantenimientos:<br>• Cambio o reemplazo de equipos o componentes defectuosos<br>• Control de malezas, control de vegetación, desbroces, control de plagas<br>• Limpieza de paneles<br>• Reparación o sustitución de equipos, elementos o vallado perimetral |
| Presencia de infraestructura |
| Presencia de trabajadores |
| Generación de residuos |

### 5.2.3 Criterios y metodologías de evaluación

La fase de identificación de los impactos para el Proyecto, está orientado a identificar los impactos significativos del mismo.

Con base en la delimitación del SAR, las características del Proyecto y trabajo de campo, se realizó un planteamiento de los principales aspectos ambientales que se consideraron relevantes a ser analizados para identificar los posibles cambios acumulativos y los impactos generados por el proyecto.

Los aspectos ambientales que se consideraron relevantes son:

- Vegetación
- Fauna
- Calidad del aire
- Suelo
- Hidrología superficial

Las actividades del proyecto que se consideraron relevantes son:

- Preparación (remoción de la cubierta vegetal)
- Construcción de infraestructura
- Operación
- Movimiento de personal y maquinaria

Consulta Pública

### 5.2.4 Criterios

Cada uno de los criterios que se siguieron para evaluar la importancia, relevancia y magnitud de los impactos en el SAR se detallan a continuación.

a) **Impacto potencialmente relevante específico.** Aquellos impactos que por su naturaleza son específicos de las condiciones del SAR y que requieren de medidas de mitigación o de compensación, innovadoras, complejas y no convencionales.
b) **Impactos mitigables con medidas rutinarias de protección ambiental.** Estos son los impactos asociados de manera rutinaria a proyectos fotovoltaicos y que pueden ser mitigados o compensados por buenas prácticas implementadas de manera rutinaria, con desempeño probado nacional o internacionalmente.
c) **Directos.** Impactos primarios o de primer orden que serían causados por el proyecto y ocurren en el mismo sitio de componentes del proyecto.
d) **Impactos indirectos.** Impactos secundarios accionados por el proyecto que afectan al medio ambiente a través de las repercusiones provocadas a otros componentes del medio (Morris, 1995).
e) **Impacto acumulativo.** [4] Impactos provocados por la suma de impactos sobre los componentes del ambiente, generados por los proyectos ya pasados, existentes y futuros (Morris, 1995).
f) **Impacto acumulativo incremental o sinérgico.** [5] Los que, dados los procesos de cambio existentes dentro del SAR, pueden potenciar o influir sobre efectos o impactos en curso, resultando un impacto mayor a la suma individual de los impactos.
g) **Intensidad de la sinergia**
    1. **Impacto con sinergia negativa baja:** El impacto resultante no excede aproximadamente un 20% de la suma de los impactos individuales.
    2. **Impacto con sinergia negativa media:** El impacto resultante no excede aproximadamente el doble de la suma de los impactos individuales.
    3. **Impacto con sinergia negativa alta:** El impacto resultante es más del doble de la suma de los impactos individuales.
h) **Impacto antagonista o limitante (neutralizador).** Aquel impacto que puede atenuar, mitigar o contrarrestar otros impactos generados por el proyecto mismo o por otros procesos o agentes de cambio dentro del sistema.

Otra actividad relevante en la evaluación de impacto fue realizar el estudio de casos similares en México, Centroamérica y la sistematización de información técnica y gráfica de proyectos fotovoltaicos, tanto en construcción como en operación para considerar ambos panoramas y facilitar más la proyección de los escenarios futuros.

[4] Impacto o efecto acumulativo: según la CEQ (Council on Environmental Quality de EUA), es aquel impacto en el medio ambiente que resulta del incremento de los impactos provenientes de la interacción con otras acciones del pasado, presente y/o previsibles en un futuro Bridget-IAIA (2009, 22 septiembre del 2009). "Cumulative Effects Assesment and Managment (CEAM)." Retrieved 20 julio, 2010, from http://www.iaia.org/IAIAWiki/cea.ashx?HL=cumulative,impact.
*Impacto o efecto acumulativo:* según la CEQ (Council on Environmental Quality de EUA), es aquel impacto en el medio ambiente que resulta del incremento de los impactos provenientes de la interacción con otras acciones del pasado, presente y/o previsibles en un futuro Bridget-IAIA (2009, 22 septiembre del 2009). "Cumulative Effects Assesment and Managment (CEAM)." Retrieved 20 julio, 2010, from http://www.iaia.org/IAIAWiki/cea.ashx?HL=cumulative,impact.)
[5] Impacto sinérgico: aquel impacto que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente

Consulta Pública

Aunque no fueron considerados indicadores de impacto ni indicadores de significancia para su evaluación, se describieron los impactos según atributos consensuados de manera de mejorar su análisis y priorizar las acciones de mitigación según la relevancia de los efectos y, en parte, según la complejidad de:

#### *5.2.4.1 Efecto*

a) **Efecto poco ocasional**: El efecto puede ocurrir incidentalmente en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente, y existen medidas para evitar que la interacción suceda; ocurre una sola vez.
b) **Efecto ocasional:** El efecto se produce de vez en cuando (incidentalmente) en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente.
c) **Efecto temporal:** El efecto se produce de forma intermitente y frecuente.
d) **Efecto permanente**: El efecto se produce de forma continua.
e) **Efecto altamente reversible:** La tensión puede ser revertida dadas las condiciones del sistema y de forma inmediata.
f) **Efecto reversible a corto plazo:** Pero permanente durante 1 o 2 generaciones.
g) **Efecto reversible a largo plazo:** Con poca o sin intervención humana.
h) **Efecto irreversible o reversible:** Con importante efecto residual.
i) **Impacto con intensidad muy baja:** Cuando los valores de la afectación son menores a 29% respecto al límite permisible, o si las existencias del recurso en la zona de estudio son menores a 24% del total.

#### *5.2.4.2 Intensidad*

a) **Impacto con intensidad moderada:** Los valores de la afectación están entre 30-50% del límite permisible, o si son afectadas entre 25-49% de las existencias del recurso en la zona de estudio.
b) **Impacto con intensidad alta:** Cuando la afectación alcanza valores equivalentes a más de 60% respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 50-74% de las existencias del recurso en la zona de estudio.
c) **Impacto con intensidad muy alta:** Cuando la afectación rebasa los valores permisibles, o si afecta a más del 75% de las existencias del recurso en la zona de estudio.

#### *5.2.4.3 Alcance Geográfico*

a. **Impacto con ámbito en entorno inmediato:** Afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta la zona de estudio directa.
b. **Impacto con ámbito en entorno local:** El efecto ocurre hasta 5 km más allá de los límites del predio o derecho de vía.
c. **Impacto con ámbito en entorno regional:** El efecto se manifiesta más allá de la microcuenca en la que se propone el proyecto.
d. **Impacto con ámbito a gran escala:** Efecto con alcance que podría sobrepasar los límites del SAR

#### *5.2.4.4 Mitigabilidad o compensación*

a) **Impacto mitigable con acciones rutinarias de protección socioambiental**. Para que un impacto se considere mitigable con medidas rutinarias de desempeño y

Consulta Pública

eficacia probada, la medida de mitigación debe asegurar que no se generen impactos residuales de relevancia sobre los mismos componentes valiosos del ambiente, servicios del ecosistema, componentes de la biodiversidad o del bienestar humano potencialmente afectados. Además, la complejidad de implementación, transversalidad institucional, costos generales y efectividad de la medida deben ser conocidos y documentables. [6]

b) **Impacto compensable con acciones conocidas y efectivas.** Para que un impacto residual se considere eficazmente compensable, la medida de compensación debe asegurar la mejora y ampliación de los mismos componentes valiosos del ambiente, servicios del ecosistema, componentes de la biodiversidad o del bienestar humano afectados. Además, la complejidad de implementación, transversalidad institucional, costos generales y efectividad de la medida deben ser conocidos y documentables.

c) **Impacto potencialmente mitigable con acciones innovadoras, complejas y eficaces.** Para que un impacto se considere potencialmente mitigable el grupo de trabajo debe haber identificado medidas que podrían ser viables técnicamente y socialmente aceptables. En el proceso interactivo multidisciplinar, se pretendió asegurar que dichas medidas eviten que se mantengan impactos residuales o nuevos impactos indirectos "de las medidas de mitigación" que resultaran de relevancia para los receptores del cambio. Por su complejidad e innovación inherente, incertidumbres de implementación, transversalidad institucional, costos generales y eficacia de esas medidas, estos impactos socioambientales, si relevantes, fueron luego priorizados en el desarrollo de las medidas de mitigación.

Es importante señalar que, en el proceso de identificación y formulación de hipótesis de impactos, **los atributos de los impactos no son mutuamente excluyentes**, un mismo impacto puede describirse con atributos diversos.

Por ejemplo, un impacto indirecto puede haber sido clasificado también como acumulativo, sinérgico, antagonista, entre otros.

### 5.2.5 Elaboración de un Checklist específico

Las ventajas del Checklist está dada por su utilidad para: a) estructurar las etapas iniciales de una evaluación de impacto ambiental, b) ser un instrumento que apoye la definición de los impactos significativos de un proyecto, c) asegurar que ningún factor esencial sea omitido del análisis, y d) comparar fácilmente diversas alternativas de proyecto.

El Checklist permite la sistematización de opiniones sobre el proyecto de forma sencilla y completa, ya que la información contenida en ellos y las preguntas clave que plantean otorgan una idea integral y sintética de los efectos del proyecto (Anexo Capitulo 5 Checklist de impactos).

Para la elaboración del Checklist de El Mezquital, se consideraron los siguientes aspectos:

[6] *El proceso de diseño, implementación y supra evaluación de las medidas de mitigación, además del sistema de seguimiento y monitoreo, se desarrollan en detalle en pasos posteriores de esta Evaluación de Impacto*

Consulta Pública

- Fuentes de los impactos
- Localización en unidades críticas de los impactos
- Receptores de los impactos
- Medidas de mitigación
- Impactos ambientales acumulativos, indirectos e indirectos

***Figura 1: Conclusiones Generales del Checklist***

| | Conclusión General |
|---|---|
| ☐ | No tiene impactos significativos |
| ☑ | Tiene impactos significativos en el ambiente que se compensan de forma completa con las medidas de mitigación adecuadas |
| ☐ | Puede tener impactos significativos en el medio ambiente difíciles de mitigar |
| ☐ | Puede tener impactos significativos en el medio ambiente y al menos uno debe ser analizado adecuadamente, para plantear las medidas de mitigación adecuadas |

### 5.2.6 Matriz de evaluación cuantitativa de impactos

Se preparó una matriz de evaluación cuantitativa de impactos que refleja los impactos identificados y actividades, así como los elementos ambientales y sus procesos que serán afectados por el proyecto. La matriz se seccionó para tres fases principales del proyecto preparación, construcción, operación (incluido aquí el mantenimiento), para identificar los impactos.

Las matrices son un método que nos permite identificar las interacciones entre los componentes del proyecto y los elementos del ambiente donde se prevén impactos. Asimismo, permite vislumbrar dónde pueden darse impactos acumulativos y su representación permite visualizar fácilmente dichos puntos de impacto.

Se evaluaron aquellas interacciones indicando con un número del 1 al 3 donde se preveían impactos significativos, según su grado de significancia aparente el valor de 1 representa un impacto poco significativo, 2 un impacto medianamente significativo y 3 un impacto altamente significativo.

A continuación, se presenta la matriz de impactos resultante:

Consulta Pública

***Figura 2: Matriz de Impactos***

| Componente | Factor | Impacto | Descripción | Tendencia | Intensidad | Tiempo | Acumulación | Sinergia | Efecto | Reversilidad | Ámbito | Mitigabilidad | Significacnia | Etapa de Preparación | Etapa de Construcción | Etapa de Operación | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Flora | Biótico | Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura | Debido al CUS y a la preparación del terreno, se realizará el desmonte de vegetación forestal y se removerán las malezas en el área con infraestructura. | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | -2 | 2 | X | | | 13 |
| Suelo | Abiótico | Aumento en la erosión hídrica | El CUS y la preparación del terreno en el área con infraestructura, aunado a la compactación del suelo ocasionarán el aumento en la erosión hídrica | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | -2 | 2 | X | X | | 12 |
| Suelo | Abiótico | Modificación en la capacidad de infiltración | El CUS y la preparación del terreno en el área con infraestructura, aunado al sellamiento de las superficies correspondientes a ciertas obras, ocasionarán la capacidad de infiltración del suelo | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | -2 | 2 | X | X | X | 11 |
| Calidad escénica y paisaje | Abiótico | Disminución en la calidad visual del paisaje por el CUS. la presencia de vehículos, maquinaria e infraestructura del Proyecto | El CUS, así como la presencia de equipos e infraestructura, afectarán la calidad visual del paisaje | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | -2 | 1 | X | X | X | 11 |
| Fauna | Biótico | Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo de la preparación del terreno | El CUS y la preparación del terreno pueden ocasionar la pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | -2 | 1 | X | X | | 10 |
| Flora | Biótico | Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 | El CUS y la preparación del terreno, pueden derivar en una afectación a la vegetación existente | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | -2 | 1 | X | X | | 10 |

Consulta Pública

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fauna | Biótico | Afectación a especies de fauna silvestre que se encuentre o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 | La preparación del terreno, así como la circulación constante de vehículos y maquinaria, durante la preparación y construcción del proyecto, puede derivar en una afectación a la fauna silvestre existente | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | -2 | 1 | X | X | | 10 |
| Suelo | Abiótico | Compactación del terreno en caminos internos y subestación | Debido a las nivelaciones en las áreas requeridas, el suelo será compactado | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 | -2 | 1 | X | X | X | 9 |
| Suelo | Abiótico | Generación de residuos sólidos municipales | Durante todas las etapas del proyecto se generarán este tipo de residuos, debido a la presencia de trabajadores | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 1 | 1 | -3 | 1 | X | X | X | 9 |
| Agua | Abiótico | Generación de Aguas Residuales Sanitarias | Debido a la presencia de trabajadores se generarán Aguas Residuales Sanitarias | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 | -3 | 1 | X | X | X | 8 |
| Suelo | Abiótico | Generación de residuos de manejo especial | Derivado de las actividades correspondientes a la preparación y construcción, así como del mantenimiento del proyecto, se generarán este tipo de residuos | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | -3 | 1 | X | X | X | 7 |
| Aire | Abiótico | Incremento en las emisiones a la atmósfera | La presencia de vehículos y maquinaria en el área del proyecto, emitirán gases contaminantes producto de la combustión interna de los motores | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | -3 | 1 | X | X | | 6 |
| Aire | Abiótico | Aumento en las emisiones de ruido a causa del incremento vehicular y maquinaria | Durante la etapa de preparación y construcción del proyecto habrá un incremento en las emisiones de ruido por la presencia de vehículos y maquinaria | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | -3 | 1 | X | X | | 5 |
| Aire | Abiótico | Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria | La circulación de vehículos y maquinaria levantará polvos y partículas del suelo que pudieran representar una afectación a la salud de los trabajadores y las personas que desarrollen actividades en las cercanías del área del proyecto | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | -3 | 1 | X | X | | 5 |

Consulta Pública

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Salud y Seguridad | Socio-Económico | Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto | Durante la preparación del terreno existirá el riesgo de incidentes por contacto de fauna silvestre con el personal que labore para el proyecto | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | -3 | 1 | X | X | | 4 |
| Suelo | Abiótico | Generación de residuos peligrosos | Derivado de las actividades correspondientes a la etapa de preparación y construcción, se generarán desde costales que contuvieron cemento, envases de pintura, embalajes usados, hasta suelo contaminado con hidrocarburos | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | -3 | 1 | X | X | | 5 |
| Suelo | Abiótico | Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles | Durante la preparación y construcción del proyecto existirá el riesgo de contaminar el suelo por el derrame accidental de aceites y combustibles de vehículos y maquinaria | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | -3 | 1 | X | X | | 5 |
| Salud y Seguridad | Socio-Económico | Atracción de fauna nociva u oportunista | Debido a la presencia de trabajadores se generarán residuos urbanos y sanitarios mismos que pueden atraer fauna nociva u oportunista | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | -3 | 1 | X | X | X | 5 |
| Política económica | Socio-Económico | Generación de energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos | La generación de energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos se considera Energía Renovable, debido a que no utiliza combustibles fósiles para su funcionamiento y permite satisfacer la demanda de los diversos sectores económicos que utilizan esta energía | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | NA | 3 | | | X | 18 |
| Crecimiento económico y mercado laboral | Socio-Económico | Generación de empleos | El desarrollo del proyecto conllevará a la generación de empleos temporales y permanentes durante las fases previstas para la operación del proyecto | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | NA | 2 | X | X | X | 15 |
| Crecimiento económico y mercado laboral | Socio-Económico | Incremento en la derrama económica para el municipio | La presencia de personal ocasionará un incremento en la derrama económica para el municipio debido al incremento en la demanda de bienes y servicios | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | NA | 2 | X | X | | 11 |

Consulta Pública

## 5.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez identificada la intensidad y tendencia de cada impacto, se realizó un análisis cualitativo de éstos, de manera que se pudieran priorizar con base en los siguientes puntos:

- Potencial repercusión sobre servicios del ecosistema.
- Interacción con procesos de cambio previos.
- Interacción con otros generadores de cambio e impactos.
- Mitigabilidad o compensabilidad.
- Intensidad y tendencia del impacto.

La importancia de los impactos identificados, se determinó con la finalidad de priorizar y dar el peso relativo que cada uno de los impactos tienen sobre los factores ambientales considerados para el proyecto.

***Figura 3: Valoración de impactos***

| Instructivo de interpretación | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | ± 1 | ± 2 | ± 3 |
| Tendencia | | A la baja ↘ | Continuo o neutro → | A la alta ↗ | Muy Alta ↑ |
| Intensidad | | Color | Color | Color | Color |
| Tiempo | | - | (0-2 años) | (3 - 10 años) | (10 - 35 años) |
| Acumulación | | Sin Acumulación | 2 Impactos acumulados | 3 Impactos acumulados | 4 o + Impactos acumulados |
| Sinergia | | Sin sinergia | Baja | Media | Alta |
| Efecto | | - | Ocasional | Temporal | Permanente |
| Reversibilidad | | Altamente reversible | Reversible a corto plazo | Reversible a mediano plazo | Indefinido |
| Ámbito | | - | Inmediato | Local | Regional |
| Mitigabilidad | | - | Medidas de Mitigación Especiales | Medidas de mitigación | Buenas prácticas |
| Significancia | | - | Baja | Media | Alta |
| Etapa | | - | Preparación | Construcción | Operación |

Para cada impacto se le asignó un valor a cada uno de los parámetros de la tabla anterior. Tomando en cuenta el valor de significancia más alto es 3, resulta un total de 30 puntos.

Consulta Pública

*Tabla 2: Valor de significancia máximo*

| Valor de significancia máximo | |
|---|---|
| Tendencia | 3 |
| Intensidad | 3 |
| Tiempo | 3 |
| Acumulación | 3 |
| Sinergia | 3 |
| Efecto | 3 |
| Reversibilidad | 3 |
| Ámbito | 3 |
| Mitigabilidad | 3 |
| Significancia | 3 |
| Total | **30** |

## Calidad ambiental

Debido al valor de afectación a la calidad ambiental que un determinado impacto tiene sobre algún parámetro ambiental en una situación dada, o en el que se prevé el resultado de una acción o proyecto, es variable y a cada impacto le corresponde un cierto grado de efecto a la calidad ambiental. Para obtener valores de calidad comparables, se utilizó el modelo de Batelle (Cotan-Pinto Arroyo S, 2007), en el que el extremo óptimo se le asigna el 1, y al pésimo el 0. Indica el sistema para establecer la "función de evaluación" o de "transformación" de la calidad ambiental de un parámetro, en función de su magnitud.

Como parte de la evaluación de impactos se realizó un análisis mediante las funciones de transformación aplicando el modelo de Batelle (op.cit), adaptado de acuerdo a la matriz de evaluación de impactos realizada por Romero Luna (2013).

Para representar la significancia de cada uno de los impactos identificados en la matriz de impactos con respecto a la afectación a la calidad ambiental. El primer paso fue dividir el total del valor de significancia de cada impacto entre el valor de significancia total de los parámetros (30).

Para poder extrapolar la afectación de cada uno de los impactos al valor de la calidad ambiental y dar el peso relativo que cada uno de los impactos, se dividió el valor de la calidad ambiental de cada impacto entre el valor total de la calidad ambiental (3.63). Lo que expresa la importancia de cada uno de los impactos, con respecto a la calidad ambiental en la que el extremo óptimo corresponde a 1, y al pésimo 0.

Consulta Pública

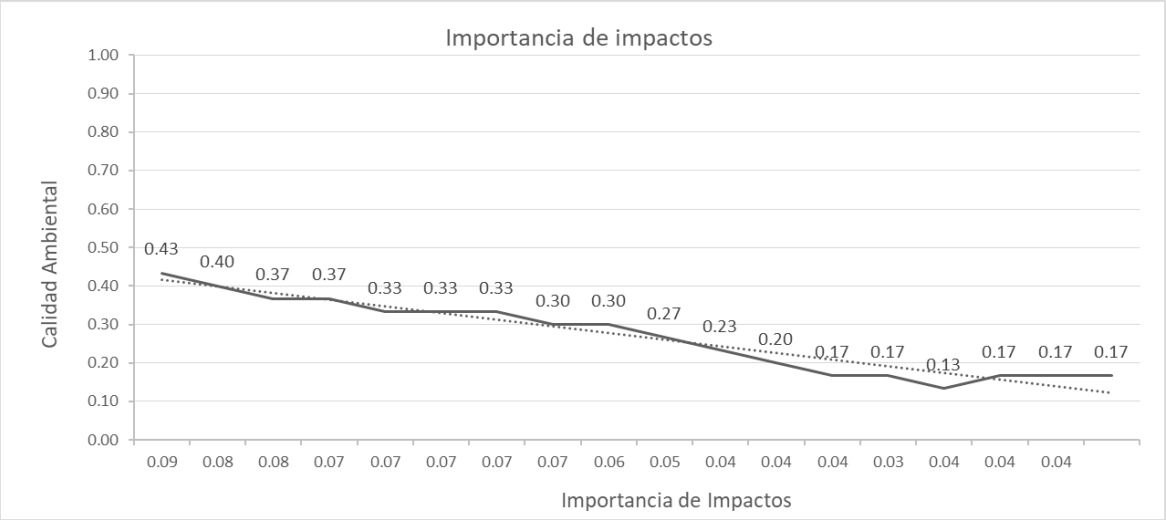
***Tabla 3: Importancia relativa de impactos negativos***

| Impacto | Valor de significancia total para el proyecto | Calidad Ambiental | Importancia del impacto |
|---|---|---|---|
| Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura | 13 | 0.43 | 0.09 |
| Aumento en la erosión hídrica | 12 | 0.40 | 0.08 |
| Modificación en la capacidad de infiltración | 11 | 0.37 | 0.08 |
| Disminución en la calidad visual del paisaje por el CUS. la presencia de vehículos, maquinaria e infraestructura del Proyecto | 11 | 0.37 | 0.08 |
| Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo de la preparación del terreno | 10 | 0.33 | 0.07 |
| Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 | 10 | 0.33 | 0.07 |
| Afectación a especies de fauna silvestre que se encuentre o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 | 10 | 0.33 | 0.07 |
| Compactación del terreno en caminos internos y subestación | 9 | 0.30 | 0.06 |
| Generación de residuos sólidos municipales | 9 | 0.30 | 0.06 |
| Generación de Aguas Residuales Sanitarias | 8 | 0.27 | 0.06 |
| Generación de residuos de manejo especial | 7 | 0.23 | 0.05 |
| Incremento en las emisiones a la atmósfera | 6 | 0.20 | 0.04 |
| Aumento en las emisiones de ruido a causa del incremento vehicular y maquinaria | 5 | 0.17 | 0.03 |
| Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria | 5 | 0.17 | 0.03 |
| Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto | 4 | 0.13 | 0.03 |
| Generación de residuos peligrosos | 5 | 0.17 | 0.03 |
| Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles | 5 | 0.17 | 0.03 |
| Atracción de fauna nociva u oportunista | 5 | 0.17 | 0.03 |
| **Total** | | **4.83** | **1** |

Consulta Pública

Para representar la importancia de los impactos identificados, con respecto a la afectación que tendría cada uno de ellos a la calidad ambiental se extrapolaron los valores obtenidos en la siguiente gráfica:

***Figura 4: Gráfica de importancia de impactos negativos***




De acuerdo al análisis anteriormente realizado se concluye que los impactos que tendrán mayor afectación a la calidad ambiental son:

1. Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura (0.43)
2. Aumento en la erosión hídrica (0.40)
3. Modificación en la capacidad de infiltración (0.37)
4. Disminución en la calidad visual del paisaje por el CUS, la presencia de vehículos, maquinaria e infraestructura del Proyecto (0.37)

Por lo que las medidas de prevención, mitigación y compensación se establecen en el Capítulo 6 del presente documento, con la finalidad de minimizar o eliminar dichos impactos.

### 5.3.1 Impactos negativos

#### Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura

Debido al CUS y a la preparación del terreno, se realizará el desmonte de vegetación forestal y se removerán las malezas en el área con infraestructura.

#### Aumento en la erosión hídrica

La tasa de erosión hídrica incrementará debido al CUS y al retiro de malezas en el área con infraestructura. Cabe mencionar que el ámbito de este impacto es puntual.

Consulta P

**Modificación en la capacidad de infiltración**

El CUS y el retiro de las malezas en el área con infraestructura, así como el sellado de la superficie correspondiente a algunas obras permanentes, disminuirá la capacidad de infiltración del suelo.

**Disminución en la calidad visual del paisaje por el CUS. la presencia de vehículos, maquinaria e infraestructura del Proyecto**

El Proyecto es una obra que conlleva un impacto visual. Esto producto del CUS, la presencia de equipo e infraestructura, modificando la naturalidad del paisaje.

**Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo de la preparación del terreno**

El CUS y el retiro de las malezas en el área con infraestructura implica la pérdida de zonas de refugio o anidación para las especies de fauna que se distribuyen en esta zona.

**Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010**

El CUS y la preparación del terreno, pueden derivar en una afectación a la vegetación existente.

**Afectación a especies de fauna silvestre que se encuentre o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010**

La preparación del sitio, la construcción del Proyecto, así como la circulación de vehículos y maquinaria, pueden derivar en una afectación a la fauna existente en la zona.

**Compactación del terreno**

La construcción del Proyecto contará con algunas áreas cimentadas, además de la utilización de maquinaria, lo que provocará la compactación del suelo.

**Generación de residuos sólidos municipales**

Se denomina residuo municipal o residuo sólido urbano (RSU) a aquel originado en los núcleos urbanos como resultado de las actividades domésticas, comerciales, o al que por su composición es similar a éste. Por ejemplo, son residuos sólidos urbanos los restos orgánicos de alimentos, los envases y envoltorios, las botellas o recipientes de vidrio. De manera general, los residuos municipales no se consideran peligrosos ni tóxicos. Debido a la presencia de trabajadores es factible que se generen este tipo de residuos.

**Generación de Aguas Residuales Sanitarias**

Estas aguas sanitarias, se entienden como las que se generarán por uso de los trabajadores en las áreas de proyecto para la satisfacción de sus necesidades biológicas, los cuales pueden derivar en afectaciones a la salud para los trabajadores.

**Generación de residuos de manejo especial**

Consulta Pública

Este tipo de residuos se generarán durante las etapas de preparación y construcción, como se mencionó anteriormente estos residuos incluyen; costales que contuvieron cemento, cal y demás insumos de construcción, escombro, o latas de pintura vacías (que no sean a base de plomo o cromo), entre otros. El mal manejo de estos podría ocasionar contaminación de suelo.

**Incremento en las emisiones a la atmósfera**

Se utilizarán distintos tipos de vehículos y maquinaria durante la preparación y construcción del proyecto, el arribo de estas al área de proyecto representará el incremento de las emisiones a la atmósfera que actualmente existen en el área.

**Aumento en las emisiones de ruido a causa del aumento vehicular y maquinaria**

Se utilizarán distintos tipos de vehículos y maquinaria durante las distintas etapas del proyecto, el arribo de estas al área de proyecto representará el incremento de las emisiones de ruido a la atmósfera que actualmente existen en el área.

**Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria**

Debido al tráfico de vehículos ligeros y maquinaria se provocará el movimiento de las partículas del suelo al aire.

**Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto**

La presencia de trabajadores en el área del proyecto implica el riesgo de algún incidente por contacto negativo con las especies de fauna silvestre.

**Generación de residuos peligrosos**

Este tipo de residuos se generarán durante las etapas de preparación y construcción, es importante señalar que este tipo de residuo se generará siempre y cuando ocurra alguna contingencia derivada del mal funcionamiento de algún vehículo o maquinaria, del cual se derrame combustible o líquido de motor, el mal manejo de estos podría ocasionar contaminación al suelo o incluso riesgo de accidentes.

**Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles**

Debido a la presencia de vehículos y maquinaria en el área del proyecto existe el riesgo por derrame de aceites y combustibles que ocasionen contaminación del suelo, por lo que éstos deberán ser manejados como residuos peligrosos.

**Atracción de fauna nociva u oportunista**

La atracción de fauna nociva u oportunista, será el resultado de un mal manejo de los residuos sólidos urbanos (municipales), que generen los trabajadores durante las etapas de preparación y construcción, esto será por el efecto atrayente que pueden tener los desechos especialmente los orgánicos como son los restos de comida o envolturas de los mismos alimentos hacia la fauna silvestre (oportunista), o a la fauna nociva que habita en las áreas urbanas, como pueden ser perros, gatos domésticos o roedores.

Consulta Pública

### 5.3.2 Impactos positivos

#### Generación de energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos

El proyecto generará y distribuirá la energía eléctrica generada a través de medios renovables (energía solar) para satisfacer la demanda de los diversos sectores económicos, reforzando el sistema eléctrico nacional.

#### Generación de empleos

Entre otros el proyecto contribuirá a la creación de empleos directos e indirectos. Se procurará emplear la mayor cantidad posible del personal sea de poblaciones y municipios aledaños al área del proyecto a quienes se transportará diariamente al sitio del mismo.

#### Incremento en la derrama económica para el municipio

El personal implicado para la realización de todas y cada una de las actividades en el desarrollo del proyecto generará un incremento en la derrama económica para el municipio, al consumir productos y servicios locales para cubrir sus necesidades básicas (ej. alimentación, vivienda, hospedaje, etc.).

#### Personal necesario en las etapas de preparación y construcción

Se calcula una media de 135 trabajadores, durante los 24 meses previstos.

#### Personal necesario en la etapa operación y mantenimiento

Debido a que estos proyectos son operados de manera automática casi en su totalidad, sólo será necesaria la contratación permanente de 12 personas durante la operación, incluyendo personal de control y de vigilancia.

Como se puede apreciar en la matriz de evaluación cuantitativa de impactos, se observan los efectos positivos y negativos que se presentarán durante el tiempo que dure la preparación, construcción y operación, de los cuales, los impactos bajos y moderados, serán mitigados durante todas las fases que contempla el desarrollo del proyecto, incluyendo las actividades de mantenimiento.

***Tabla 4: Intensidad de los impactos identificados***

| | Preparación del Sitio | | Construcción | | Operación | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Significancia** | **Positivo** | **Negativo** | **Positivo** | **Negativo** | **Positivo** | **Negativo** |
| **Baja** | - | 15 | | 15 | | 6 |
| **Media** | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| **Alta** | - | - | - | | 1 | |

Los resultados de la aplicación de la metodología de evaluación de impactos, indican que la mayor parte de los impactos generados por el desarrollo del Proyecto corresponde a

Consulta Pública

impactos de **significancia Baja** que se producirán durante las etapas de preparación y construcción, los cuales están relacionados con la contaminación visual, la compactación del terreno, la fauna, la posible afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, generación de residuos, emisiones a la atmósfera por fuentes móviles, ruido por maquinaria y atracción de fauna oportunista. Sin embargo, los impactos de **significancia Media** que se identificaron, tienen que ver con la pérdida de vegetación por motivo del CUS y la remoción de malezas en el área con infraestructura, la modificación en la capacidad de infiltración y el aumento en la erosión hídrica. Estos impactos serán objeto de la aplicación de medidas concretas para minimizar y en su caso compensar el efecto ocasionado a los componentes ambientales correspondientes.

Todos los impactos serán objeto de la aplicación de medidas de mitigación, compensación, control, desarrollo y ejecución de programas que permitan minimizar los efectos negativos que pudieran presentarse sobre el medio y en todo momento mantener la función ambiental del SAR.

## 5.4 IMPACTOS ACUMULATIVOS

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), define como impacto acumulativo al: "*efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente."*

Considerando esto, y tomando en cuenta las actividades que se desarrollan actualmente en el predio; se considera que los impactos acumulativos del Proyecto son:

### Impactos acumulativos Negativos

- Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura
- Aumento en la erosión hídrica
- Modificación en la capacidad de infiltración
- Contaminación visual del paisaje
- Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna
- Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Afectación a especies de fauna silvestre que se encuentre o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Compactación del terreno
- Generación de residuos sólidos municipales
- Generación de aguas residuales sanitarias
- Incremento en las emisiones a la atmósfera
- Aumento en las emisiones de ruido a causa del incremento vehicular y maquinaria
- Dispersión de polvos fugitivos
- Generación de residuos peligrosos
- Generación de residuos de manejo especial

Consulta Pública

- Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles
- Atracción de fauna nociva u oportunista

Esto se muestra en la Matriz de impactos acumulativos y residuales.

Consulta Pública

## *Tabla 5: Matriz de impactos acumulativos y residuales*

| Impactos sin Proyecto | | | | | | | | | | | | | | Impactos derivados de la construcción del Proyecto | | | | | | | | | | | | Medida de mitigación o compensación | | | | | | | | | | | Medida de mitigación o compensación | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en el SAR | Componente ambiental | Impacto | Tendencia | Intensidad | Tiempo | Acumulación | Sinergia | Efecto | Reversibilidad | Ámbito | Mitigabilidad | Significancia | Total | Impacto | Tendencia | Intensidad | Tiempo | Acumulación | Sinergia | Efecto | Reversibilidad | Ámbito | Mitigabilidad | Significancia | Total | Medida | Tendencia | Intensidad | Tiempo | Acumulación | Sinergia | Efecto | Reversibilidad | Ámbito | Significancia | Total | Impacto Residual | Medida | Tendencia | Intensidad | Tiempo | Acumulación | Sinergia | Efecto | Reversibilidad | Ámbito | Significancia | Valor Total | Impacto residual |
| Agricultura, ganadería, y asentamientos humanos | Flora | La remoción de la vegetación para las actividades antropogénicas han ocasionado la pérdida de la cubierta vegetal | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | -2 | 2 | 13 | Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | -2 | 2 | 13 | Rescate y reubicación de flora | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 3 | 1 | 3 | 14 | 12 | Reforestación y Revegetación pasiva (cubierta vegetal) | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 16 | -4 |
| Agricultura, ganadería, y asentamientos humanos | Suelo | La pérdida de la cobertura vegetal y la compactación del suelo, consecuencia de las actividades antropogénicas han ocasionado modificación en la tasa de erosión del área | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | -2 | 2 | 12 | Aumento en la erosión hídrica | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | -2 | 2 | 12 | Reforestación y Revegetación pasiva (cubierta vegetal) | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 3 | 1 | 3 | 14 | 12 | Obras de conservación de suelo y agua | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 1 | 13 | -5 |
| Agricultura, ganadería y asentamientos humanos | Suelo | La pérdida de la cobertura vegetal y la compactación del suelo, consecuencia de las actividades antropogénicas han ocasionado modificación en la capacidad de infiltración del suelo | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | -2 | 2 | 12 | Modificación en la capacidad de infiltración | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | -2 | 2 | 11 | Reforestación y Revegetación pasiva (cubierta vegetal) | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 16 | 7 | Obras de conservación de suelo y agua | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 1 | 13 | -6 |
| Infraestructura y actividades agropecuarias | Calidad escénica y paisaje | La presencia de carreteras, las áreas de pastoreo, cultivo y localidades, ya han generado un impacto visual en el área | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | -2 | 1 | 12 | Disminución en la calidad visual del paisaje por el CUS. la presencia de vehículos, maquinaria e infraestructura del Proyecto | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | -2 | 1 | 11 | Reforestación | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 16 | 7 | Revegetación pasiva (cubierta vegetal) | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 16 | -9 |
| Agricultura, ganadería y asentamientos humanos | Fauna | La preparación del terreno para la realización de las actividades antropogénicas han propiciado la pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna silvestre | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | -2 | 2 | 13 | Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo de la preparación del terreno | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | -2 | 1 | 10 | Reforestación | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 16 | 7 | Revegetación pasiva (cubierta vegetal) | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 16 | -9 |
| Agricultura, ganadería y asentamientos humanos | Flora | La preparación del terreno para la realización de las actividades antropogénicas ha afectado a la vegetación local. | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | -2 | 2 | 12 | Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | -2 | 1 | 10 | Rescate y reubicación de flora | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 3 | 1 | 3 | 14 | 8 | Reforestación | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 16 | -8 |
| Agricultura, ganadería y asentamientos humanos | Fauna | La preparación del terreno para la realización de las actividades antropogénicas ha afectado a la fauna silvestre. De igual manera, la presencia de vías de comunicación representa riesgo por atropellamiento | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | -2 | 2 | 12 | Afectación a especies de fauna silvestre que se encuentre o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | -2 | 1 | 10 | Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 3 | 12 | 10 | | | | | | | | | | | | 10 |
| Nivelación del terreno para actividades antropogénicas | Suelo | Las actividades agropecuarias que se ejercen en el SAR, así como la presencia de vías de comunicación, han ocasionado la compactación del suelo en la zona | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | -2 | 2 | 12 | Compactación del terreno | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 | -2 | 1 | 9 | Revegetación pasiva (cubierta vegetal) | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 16 | 5 | | | | | | | | | | | | 5 |
| Asentamientos humanos | Suelo | La presencia de trabajadores y habitantes genera RSU | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 1 | 1 | -3 | 1 | 9 | Generación de residuos sólidos municipales | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 1 | 1 | -3 | 1 | 9 | Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos) | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 11 | 7 | | | | | | | | | | | | 7 |
| Asentamientos humanos | Agua | El uso de sanitarios de trabajadores y habitantes genera aguas residuales sanitarias | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 | -3 | 1 | 8 | Generación de Aguas Residuales Sanitarias | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 | -3 | 1 | 8 | Se colocarán baños portátiles (manejo integral de residuos) | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 9 | 7 | | | | | | | | | | | | 7 |

Consulta Pública

| | | |

## 5.5 IMPACTOS RESIDUALES

Como impactos residuales, con base en los análisis se determinó que la preparación, construcción, operación y mantenimiento no representa una afectación significativa a los factores ambientales presentes, debido a que este tipo de proyectos son amables con el medio ambiente y se consideran de bajo impacto ambiental.

Para el cálculo del efecto residual se utilizó el método de Evaluación de Impacto Ambiental de Conesa (1997) adaptado a la matriz de evaluación de impactos realizada por Romero Luna (2013).

Se consideraron los impactos generados durante todas las actividades del proyecto, desde su preparación hasta la operación, así como los impactos previos a la realización del mismo, que, si bien son ajenos al presente, son considerados como acumulativos. Se realizó la sumatoria de dichos impactos negativos y, posteriormente, se le restó el valor del impacto positivo estimado para las medidas de mitigación.

El resultado de "Impacto residual" está representado por un número positivo (rojo), lo que simboliza un impacto que permanecerá después de aplicadas las medidas de mitigación y/o compensación; o por un número negativo (azul), lo que simboliza que las medidas de mitigación y/o compensación evitarán el efecto residual del impacto correspondiente.

Como se puede observar en la matriz de impactos acumulativos y residuales, los impactos que permanecerán después de aplicadas las medidas de mitigación y compensación diseñadas para el Proyecto son:

- Afectación a especies de fauna silvestre que se encuentre o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Compactación del terreno.
- Generación de residuos sólidos municipales
- Generación de aguas residuales sanitarias
- Generación de residuos de manejo especial
- Incremento en las emisiones a la atmósfera
- Aumento en las emisiones de ruido a causa del incremento vehicular y maquinaria
- Dispersión de polvos fugitivos
- Generación de residuos peligrosos
- Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles

Sin embargo, es importante recalcar que **la permanencia de estos impactos se debe a que son impactos actuales que se presentan en el SAR, producto de las actividades que se desarrollan en el mismo desde hace años y que son ajenos al Proyecto.**

Cabe mencionar que las medidas de mitigación y compensación propuestas han sido diseñadas con la finalidad de reducir los impactos ocasionados por el Proyecto. Como se puede observar en la matriz de impactos acumulativos y residuales, el valor total positivo de las medidas de mitigación y compensación es igual o mayor al valor total negativo de los impactos derivados de la construcción del Proyecto, por lo que se considera que dichas medidas evitarán la afectación a los factores ambientales.

Consulta Pública

## 5.6 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Para establecer un escenario con medidas de mitigación se consideró como es que el entorno se verá afectado o beneficiado a partir de la construcción del Proyecto. Puntualmente el Proyecto no representa una afectación en su entorno ya que la superficie de afectación es mínima en relación al Sistema Ambiental Regional.

Desde la preparación y construcción, así como durante el tiempo que perdure la operación del presente proyecto, se realizarán las medidas de mitigación, prevención y buenas prácticas necesarias para mitigar los impactos generados.

Los resultados de la aplicación de la metodología indican que los principales impactos están relacionados con el cambio en la integridad de los servicios ambientales en el polígono del Área del Proyecto, causados principalmente por la limpieza y preparación del terreno, la cual se llevará a cabo de manera puntual únicamente en el área con infraestructura; por lo que la afectación al SAR es menor, y las medidas de mitigación propuestas evitarán que dichos impactos incrementen su significancia.

Como resultado de la evaluación del Sistema Ambiental Regional y de los impactos acumulativos y residuales del proyecto, con base a la información directa e indirecta y metodologías apoyadas en información recabada en campo, se concluye que:

- **Los principales impactos del proyecto son mitigables**, así como todos los demás impactos negativos, de manera que se mantenga la integridad funcional del ecosistema.
- Con base en lo establecido en capítulos anteriores y la evaluación de los impactos que podría generar el Proyecto sobre el Sistema Ambiental Regional, se ha establecido que **los principales impactos no tienen afectaciones negativas fuera del área requerida para la construcción del proyecto.**
- Por otro lado, el Proyecto presenta impactos puntuales y locales, su diseño se realizó bajo los principios de sustentabilidad social y ambiental.
- No todos los impactos son negativos, estos impactos representan una afectación al medio social y al ambiente en distintas magnitudes, se aplicarán las medidas y programas con los cuales se plantea mitigar, evitar y corregir los impactos presentes en el área durante la preparación del sitio, construcción operación y mantenimiento del proyecto.

De acuerdo a lo establecido en el Acuerdo de París (vigente desde el 2016), se tiene como objetivo limitar el calentamiento global, aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero[7].

Adicionalmente, durante la vigesimoctava Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP28, por sus siglas en inglés),

[7] https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

Consulta Pública

celebrada en 2023 en Dubái, Emiratos Árabes Unidos, se llevó a cabo el primer balance global en torno a la implementación del Acuerdo de París.

En dicho evento, México se unió al Compromiso Mundial sobre energías renovables y eficiencia energética, que busca triplicar la capacidad de generación de energía renovable a nivel global, hasta al menos 11,000 GW de aquí a 2030, teniendo en cuenta las diferentes circunstancias nacionales y los diferentes puntos de partida, así como duplicar colectivamente la tasa media anual mundial de mejoras de eficiencia energética, pasando de alrededor del 2% a más del 4% anual hasta 2030.[8]

Considerando esto, el proyecto **El Mezquital**, contribuye en su totalidad a lo establecido en el acuerdo de París y al objetivo del Compromiso Mundial sobre energías renovables y eficiencia energética, teniendo en cuenta que la generación de electricidad a través de la energía fotovoltaica es considerada como energía renovable y como una de las formas de generación de más bajo impacto.

Dadas las condiciones que actualmente presenta la economía nacional, los proyectos que incentiven la regeneración de la economía regional y nacional, así como la creación de empleos directos a todos los niveles, representa un gran estímulo a nivel socioeconómico, además la política de construcción y operación del Proyecto prevé operar con las medidas de mitigación y compensación necesarias para que también el proyecto sea ambientalmente viable.

Consulta Pública

[8] https://www.gob.mx/sre/prensa/concluye-participacion-de-mexico-en-la-cop28?idiom=es

**6 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ..... 533**

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 533

6.1.1 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE CONTROL Y DE MITIGACIÓN ..... 537

6.1.2 DURACIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES CORRECTIVAS O DE MITIGACIÓN ..... 552

6.1.3 FASE DE ABANDONO ..... 552

6.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL ..... 552

6.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO) ..... 553

## Índice de Figuras

Figura 1:Cronograma General de aplicación de los programas ..... 551

## Índice de Tablas

Tabla 1: Impactos y medidas de mitigación ..... 535

Tabla 2: Identificación de medidas de mitigación por fases y factor ambiental ..... 538

Consulta Pública

# 6 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En este capítulo se describe en función de lo que establece la Fracción VI del Artículo 13 del REIA que las *Manifestaciones de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R)* deberán contener las *Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional (SAR)*, por lo que se desarrollarán las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados anteriormente en el capítulo 5, en este sentido, se propondrán las medidas correspondientes y ambientalmente viables a llevarse a cabo, para prevenir, reducir, mitigar, compensar o restaurar el nivel de impacto ambiental que se pudiera ocasionar por el desarrollo del proyecto.

Todas las acciones a realizar se consideran a partir de las etapas de planeación y diseño del proyecto, para ser aplicadas durante la preparación, construcción y operación del mismo, siendo la empresa **Datos Protegidos por la LFTAIPG,** la responsable de la calidad ambiental del sitio del proyecto al término de la obra y durante la operación y mantenimiento del mismo. Ante ello deberá vigilar la correcta instrumentación y aplicación de las medidas propuestas para mantener la calidad ambiental existente y minimizar las posibles afectaciones derivadas de la presencia del proyecto.

El diseño de las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales considera aquellas acciones que han sido satisfactorias en proyectos similares. De acuerdo con lo anterior, la mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos negativos que un proyecto puede generar sobre el entorno natural y humano. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los factores o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenía con anterioridad a la perturbación (Espinoza, 2002).

## 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

En la actualidad, la planificación y evaluación del desempeño ambiental depende de un análisis de sustentabilidad cuyo objetivo es analizar de qué forma los proyectos pueden contribuir a la recuperación de la calidad ambiental, al desarrollo social y a la actividad económica de la comunidad o de la región bajo su influencia (IFC, 2003; Sánchez, 2011).

El mismo autor propone que para alcanzar una contribución efectiva al desarrollo sustentable se requiere de tres condiciones básicas en la implementación del proyecto.

1. Preparación cuidadosa del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), que él describe como el conjunto de programas específicos, medidas de mitigación, compensación, monitoreo, seguimiento y control.
2. Compromiso de las partes interesadas.
3. Adecuada implementación del PVA, dentro de plazos compatibles con el cronograma y verificada a través de indicadores mensurables.

Consulta Pública

Como parte del proceso de identificación de impactos (previos al desarrollo de medidas de prevención, mitigación y compensación) se realizó una planificación, así como, la revisión de antecedentes de medidas consideradas en el diseño y operación de proyectos similares, aplicadas con éxito para cumplir el objetivo de mejorar el desempeño ambiental de proyectos de esta índole, en el mundo y en México, entre empresas e instituciones que han desarrollado investigación específica sobre desempeño social y ambiental.

En los siguientes apartados, se identifican medidas de prevención y mitigación específicas para todos los impactos identificados con medidas de mitigación, compensación, programas específicos o buenas prácticas ambientales.

Se presenta una sistematización de los potenciales impactos directos, antes del desarrollo e implementación de cualquier tipo de medidas de prevención, mitigación alternativa o compensación. Estos se encuentran clasificados en dos categorías de acuerdo al tipo de mitigación que requieren: medidas innovadoras o ad hoc (con respecto a las condiciones del sitio del proyecto) y medidas que forman parte rutinaria de los procedimientos estándar de operación, protección ambiental y de las buenas prácticas de construcción.

La descripción incorpora las hipótesis de posibles efectos identificados por los grupos temáticos de expertos, con anterioridad a la implementación del PVA para orientar las acciones y procesos de éste. Las hipótesis presentadas no representan Impactos Residuales, ya que el objetivo en esta etapa es desarrollar el conjunto de medidas para minimizar o eliminar potenciales efectos adversos, incrementar los beneficios y trazar directrices de manejo.

La posible importancia de los impactos fue indicada con base en los receptores potenciales, antes de considerar la eficacia de las medidas de mitigación, que podrían incluso eliminar el riesgo del efecto una vez implementado correctamente el PVA.

A continuación, se presenta la clasificación de las medidas para el tratamiento de los impactos identificados:

**Prevención**: evitan los impactos ambientales (buenas prácticas ambientales).

- Evitar actividades que puedan resultar en impactos sobre los recursos o el ambiente donde se realizará el proyecto.
- Preservar o prevenir cualquier acción que pueda afectar adversamente un recurso o atributo ambiental.

**Mitigación:** disminuyen los impactos ambientales.

- Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto adverso.
- Reducir los impactos ambientales antes de la perturbación que se pueda causar con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Compensación:** restauran los impactos ambientales.

- Rehabilitar o rectificar los impactos adversos a través de la reparación o mejoramiento del recurso afectado.

Consulta Pública

- Reemplazar o sustituir la pérdida de un recurso ambiental en algún sitio con la creación o protección de este mismo tipo de recurso en otro sitio.

En la siguiente tabla se hace mención de los impactos identificados y las medidas de mitigación propuestas para cada impacto.

***Tabla 1: Impactos y medidas de mitigación***

| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida | Tipo de medida | Programa |
|---|---|---|---|
| Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura | -Rescate y reubicación de flora<br>-Reforestación<br>-Revegetación pasiva (cubierta vegetal) | Mitigación y Compensación | -Programa de rescate y reubicación de flora<br>-Programa de Reforestación<br>-Programa de Conservación de suelo y agua |
| Aumento en la erosión hídrica | -Reforestación<br>-Revegetación pasiva (cubierta vegetal)<br>-Obras de conservación de suelo y agua | | -Programa de Reforestación<br>-Programa de Conservación de suelo y agua |
| Modificación en la capacidad de infiltración | | | |
| Disminución en la calidad visual del paisaje por el CUS. la presencia de vehículos, maquinaria e infraestructura del Proyecto | -Reforestación<br>-Revegetación pasiva (cubierta vegetal) | Compensación | |
| Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo de la preparación del terreno | | | |
| Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 | -Rescate y reubicación de flora<br>-Reforestación | Mitigación y Compensación | -Programa de rescate y reubicación de flora<br>-Programa de Reforestación |
| Afectación a especies de fauna silvestre que se encuentre o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 | Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna | Mitigación | Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna |

Consulta Pública

| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida | Tipo de medida | Programa |
|---|---|---|---|
| Compactación del terreno | Revegetación pasiva (cubierta vegetal) | Compensación | -Programa de Conservación de suelo y agua |
| Generación de residuos sólidos municipales | Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos) | Mitigación a través de las buenas prácticas ambientales | Programa de Manejo Integral de Residuos |
| Generación de Aguas Residuales Sanitarias | Se colocarán baños portátiles (manejo integral de residuos) | | |
| Generación de residuos de manejo especial | Almacén temporal de residuos (manejo integral de residuos) | | |
| Incremento en las emisiones a la atmósfera | Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria | Prevención y mitigación a través de las buenas prácticas ambientales | Programa de Mantenimiento de vehículos y maquinaria |
| Aumento en las emisiones de ruido a causa del incremento vehicular y maquinaria | | | |
| Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria | Riego constante de las áreas de acceso | | |
| Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación y construcción del proyecto | Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna | Mitigación | Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna |
| Generación de residuos peligrosos | Almacén temporal de residuos (manejo integral de residuos) | Mitigación a través de las buenas prácticas ambientales | Programa de Manejo Integral de Residuos |
| Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles | Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria | Prevención y mitigación a través de las buenas prácticas ambientales | Programa de Mantenimiento de vehículos y maquinaria |
| Atracción de fauna nociva u oportunista | Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos) | Mitigación a través de las buenas prácticas ambientales | Programa de Manejo Integral de Residuos |

Consulta Pública

Se prevé que, con la implementación adecuada bajo un esquema de mejora continua y gestión adaptativa en resultados de monitoreo, estas medidas podrían solucionar eficazmente más de una preocupación sobre potenciales cambios o impactos identificados en la etapa de evaluación.

La primera etapa de la identificación consistió en un cribado preliminar de las limitaciones identificadas por el grupo de trabajo respecto a la viabilidad, adaptabilidad y eficacia de cada una de las medidas.

Se encontró que las medidas de mitigación, compensación y la aplicación de buenas prácticas internacionales propuestas para el proyecto, tienen el potencial para cumplir satisfactoriamente con los requerimientos para los impactos directos, indirectos y/o acumulativos identificados en los generadores de cambio al proyecto (Canter & Ross, 2010). Lo anterior quiere decir, que el proyecto tiene la capacidad de alcanzar el cumplimiento de los objetivos de prevención, mitigación y compensación.

La segunda etapa consistió en la propuesta de medidas de prevención, mitigación y/o compensación que permitan el cumplimiento de los objetivos de mitigación acumulativa. Finalmente, éstas fueron incorporadas de manera transversal a cada sección de la propuesta.

El grupo de trabajo consideró que cada una de las medidas deben poder ser monitoreadas y alimentar indicadores integrales para asegurar el buen desempeño socioambiental del proyecto con el objetivo de contribuir a la mejora del desempeño ambiental y al desarrollo regional sustentable (IFC, 2011).

### 6.1.1 Medidas preventivas, de control y de mitigación

Estas medidas fueron formuladas con la finalidad de prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales potenciales, identificados en el capítulo 5 de la MIA-R, las cuales se muestran organizadas por factor ambiental.

Consulta Pública

*Tabla 2: Identificación de medidas de mitigación por fases y factor ambiental*

## Factor ambiental: Aire y suelo

| Etapa de Preparación y construcción | |
|---|---|
| **Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria** | |
| Impacto que atenuará:<br>• Incremento en las emisiones a la atmósfera<br>• Aumento en las emisiones de ruido a causa del incremento vehicular y maquinaria<br>• Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles | |
| Descripción de la medida | Se realizará el mantenimiento constante de la maquinaria, mediante la aplicación de los programas de mantenimiento con los que cuente cada empresa contratista. |
| | Con esta medida se busca evitar las emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria por encima de lo que marca la NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-2018, NOM-076-SEMARNAT-2012 y NOM-080-ECOL-1994. |
| | Cada maquinaria será enviada a revisión obligatoria al cumplir seis meses de uso o al llegar a los 5,000 km, o bien si se presenta un desperfecto, también se dará mantenimiento preventivo de estos equipos consistente en cambio de aceite, filtros de aceite y diésel o gasolina, así como la afinación de los equipos cada 150 horas de trabajo. |
| | Se verificará que la maquinaria y equipo que se utilice cuente con los silenciadores necesarios para evitar ruido excesivo. |
| Indicador de la realización | Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de mantenimientos realizados contra los planeados. |
| Indicador de efecto | Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación entre los tipos de mantenimiento realizados, esto es el total de mantenimientos preventivos y correctivos, contra los mantenimientos esperados. |
| Umbral de alerta | Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación |
| Umbral inadmisible | Será inadmisible haber iniciado esta etapa sin antes haber verificado la condición de todos los vehículos y maquinaria implicados. |
| Calendario de comprobación | Esta medida se comprobará con cada fecha de ingreso de maquinaria y vehículos al taller. |
| Punto de comprobación. | Esta medida se comprobará con las bitácoras de mantenimiento que se realicen. |

Consulta Pública

| Etapa de Preparación y construcción | |
|---|---|
| **Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria** | |
| Medidas de urgente aplicación. | De presentarse algún mal funcionamiento o desperfecto en la maquinaria, la cual genere un incremento en la cantidad de emisiones a la atmósfera, un incremento en el ruido que genere o incluso el derrame de algún hidrocarburo o líquido de motor, deberá ser remitido inmediatamente a los talleres para realizar un mantenimiento correctivo. |
| Clasificación | Medida de prevención y mitigación a través de las buenas prácticas ambientales |
| Etapa de aplicación | Preparación y construcción |
| Ubicación | Esta medida se llevará a cabo **fuera del área del proyecto**, ya que la maquinaria que requiera mantenimiento preventivo se retirará para ser llevadas a talleres autorizados. |

| Etapa de Preparación y Construcción | |
|---|---|
| **Riego constante de las áreas de acceso** | |
| Impacto que atenuará:<br>• Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria | |
| Descripción de la medida | Se realizará el riego de las áreas de acceso todos los días de manera constante, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada, para evitar la dispersión de polvos que se levanten con el circular de los vehículos y la maquinaria sobre el área del proyecto. |
| Indicador de la realización | Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de riegos realizados contra los planeados, en un acumulado mensual. |
| Indicador de efecto | Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación entre la cantidad de riegos realizados por temporada, esto es; será necesaria una mayor cantidad de riegos durante la época seca en contraste con la época de lluvias, se deberá de realizar un acumulado de los riegos realizados mes con mes. |
| Umbral de alerta | Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación |
| Umbral inadmisible | El momento inadmisible para la aplicación de esta medida será una vez iniciado el arribo de vehículos y maquinaria. |
| Calendario de comprobación | Esta medida se comprobará semanalmente. |
| Punto de comprobación | Esta medida se comprobará con las bitácoras de circulación de las pipas, pudiendo también comprobarse con las órdenes de compra de los servicios. |

Consulta Pública

| Etapa de Preparación y Construcción | |
|---|---|
| **Riego constante de las áreas de acceso** | |
| Medidas de urgente aplicación | De presentarse una dispersión importante de polvos debido a la sequedad en las áreas de acceso, se deberán realizar riegos de urgencia, aunque no hayan sido planteados durante la planificación mensual, estos riegos deberán mencionarse dentro de las bitácoras de las pipas. |
| Clasificación | Medida de prevención |
| Etapa de aplicación | Preparación y construcción |
| Ubicación | Esta medida se llevará a cabo en las áreas de acceso. |

Todas estas medidas se han incluido en el PVA, ya sea dentro de las actividades del mismo, o como programas específicos diseñados para brindar el seguimiento particular de dichas medidas, estos componentes se mencionan a continuación:

### Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria

- **Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria**

Normas Oficiales Mexicanas ambientales aplicables en el Programa de Mantenimiento Preventivo: NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-050-SEMARNAT-1993, NOM-076-SEMARNAT-2012 y NOM-080-ECOL-1994.

- **Riego de las áreas de acceso**

El riego de las áreas de acceso se realizará diariamente durante la etapa de construcción para evitar la dispersión de polvos fugitivos, estos riegos se harán con la utilización de pipas, lo cual reducirá de manera importante la cantidad de agua que se utilizará.

Consulta Pública

## Factor ambiental: Suelo y agua

| Etapa de Preparación y construcción | |
|---|---|
| **Obras de conservación de suelo y agua** | |
| **Impacto que atenuará:** | |
| • Modificación en la capacidad de infiltración<br>• Aumento en la erosión hídrica | |
| Descripción de la medida | Se construirán cunetas (canaletas) de desvío con fondo permeable, a ambos lados de los caminos internos, las cuales captarán el agua pluvial que escurre por el terreno, encausándola y drenándola a los escurrimientos más cercanos dentro del AP. |
| | Construcción de obras de drenaje necesarias: Alcantarillas para drenar el agua de las cunetas a los escurrimientos localizados dentro del predio y vados que conecten el Proyecto, a razón de respetar el patrón de escurrimiento dentro del AP. |
| Indicador de la realización | Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en superficie de obra construida, y la superficie planteada según el calendario de actividades. |
| Indicador de efecto | Este indicador se obtendrá mediante la cantidad de mantenimientos que se realicen sobre estas obras |
| Umbral de alerta | Al observar afectaciones a las obras realizadas, se deberán de realizar los mantenimientos y reparaciones necesarias. |
| Umbral inadmisible | Será inadmisible concluir con la etapa de construcción sin haber concluido con la edificación de estas obras. |
| Calendario de comprobación | Esta medida se comprobará durante las labores de mantenimiento. |
| Punto de comprobación | Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra. |
| Medidas de urgente aplicación | De observarse un gran deterioro de las obras, se deberán reemplazar las secciones dañadas por nuevas. |
| Clasificación | Medida de mitigación y compensación |
| Etapa de aplicación | Preparación y construcción |
| Ubicación | Estas medidas se realizarán a lo largo de ambos lados de los caminos internos; las alcantarillas se localizarán en los puntos más cercanos a los escurrimientos y los vados se colocarán en los puntos de intersección de los caminos internos con los escurrimientos superficiales dentro del predio (ver anexo 6). |

Consulta Pública

| Etapa de Operación | |
|---|---|
| **Permitir la revegetación pasiva (cubierta vegetal)** | |
| **Impacto que atenuará:** | |
| • Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura<br>• Disminución en la calidad visual del paisaje por el CUS. la presencia de vehículos, maquinaria e infraestructura del Proyecto<br>• Modificación en la capacidad de infiltración<br>• Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo de la preparación del terreno<br>• Aumento en la erosión hídrica<br>• Compactación del terreno | |
| Descripción de la medida | Se permitirá la revegetación pasiva (cubierta vegetal) en la etapa de operación, mediante las especies que crecen naturalmente en el área del proyecto. |
| | La época de lluvias beneficiará el crecimiento de las especies del estrato herbáceo, por lo que no se realizará ninguna actividad para eliminar dichas especies; así mismo, se llevarán a cabo (en caso que se requiera) podas de mantenimiento, para evitar el desarrollo de especies leñosas y mantener la cubierta vegetal en una altura que no interfiera con el buen funcionamiento de las instalaciones. Se deberán realizar podas de mantenimiento por lo menos dos veces al año o cada vez que sea necesario (extraordinarias). |
| | Así mismo, y en caso de requerirse, se realizará la reutilización del material vegetal, producto de la limpieza del terreno, para favorecer el crecimiento de la cubierta vegetal. |
| Indicador de la realización | Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en la superficie con cobertura vegetal, y la superficie esperada según el calendario de actividades. |
| Indicador de efecto | Este indicador medirá la efectividad de la medida mediante el balance entre el suelo que se espera retener, y el suelo retenido después del crecimiento del estrato herbáceo. |
| Umbral de alerta | Esta medida deberá realizarse coincidente con la etapa de operación. |
| Umbral inadmisible | Será inadmisible no permitir el desarrollo de cualquier especie del estrato herbáceo durante la etapa de operación. |
| Calendario de comprobación | Esta medida se comprobará mediante memoria fotográfica del desarrollo de la cubierta vegetal y las actividades realizadas durante las labores de mantenimiento de la cobertura vegetal. |
| Punto de comprobación | Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra. |
| Medidas de urgente aplicación | De observarse el crecimiento de especies leñosas o una altura de la cubierta vegetal que pudiera afectar el buen funcionamiento de las instalaciones, deberán llevarse a cabo podas extraordinarias.<br>Todas estas actividades (retiro de especies leñosas, podas de mantenimiento y extraordinarias), deberán integrarse en las bitácoras de obra y en los reportes de seguimiento del PVA. |
| Clasificación | Medida de mitigación y compensación |
| Etapa de aplicación | Operación |

Consulta Pública

| Etapa de Operación | |
|---|---|
| **Permitir la revegetación pasiva (cubierta vegetal)** | |
| Ubicación | El desarrollo de la cobertura vegetal se permitirá en la superficie sin infraestructura, en el área de maniobras y debajo de los paneles. |

### Programa de Conservación de Suelo y Agua

Se desarrolló un Programa de Conservación de Suelo y Agua, con el fin de:

- Diseñar prácticas de conservación y protección necesarias, realizadas en sitios específicos.
- Reducir los impactos al suelo y el agua por la presencia de las obras.
- Favorecer la infiltración del agua al suelo.
- Evitar la pérdida de suelo innecesaria.

Se construirán las obras de captación, conducción y drenaje necesarias, tales como cunetas (canaletas), alcantarillas y vados para mantener la comunicación dentro del Proyecto; así como mantener el patrón superficial de drenaje y el cauce del canal presente dentro del AP. La funcionalidad de estas medidas es:

- Encauzar el agua pluvial hacia áreas de acumulación naturales.
- Mantener los caminos e instalaciones en buen estado.
- Permitir ahorros en los costos de mantenimiento.
- Evitar la pérdida de suelo por arrastre.

Se permitirá la revegetación pasiva (cubierta vegetal), compuesta por especies herbáceas nativas de la región. La funcionalidad de estas medidas es:

- Brindar protección al suelo ante los procesos erosivos y favorecer la retención del mismo.
- Favorecer la infiltración del agua al suelo.

Consulta Pública

## Factor ambiental: Flora

| Etapa de Preparación y construcción | |
|---|---|
| **Programa de Rescate y Reubicación de flora** | |
| Impacto que atenuará | |
| • Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura<br>• Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 | |
| Descripción de la medida | Se realizará el rescate de las especies de flora que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Reubicar los organismos rescatados dentro del área de reubicación, asegurando la supervivencia mínima del 80% de individuos rescatados |
| Indicador de la realización | Este indicador se obtendrá mediante la contabilización de individuos trasplantados. |
| Indicador de efecto | Este indicador se obtendrá mediante el análisis de la supervivencia de los individuos replantados. |
| Umbral de alerta | Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación. |
| Umbral inadmisible | Será inadmisible observar algún individuo susceptible a rescate y no aplicar el Programa de rescate y reubicación correspondiente. |
| Calendario de comprobación | Esta medida se comprobará mensualmente durante el tiempo que dure la etapa de preparación, y de manera anual durante los siguientes tres años o hasta que se compruebe el correcto establecimiento de las plantas, tiempo suficiente para verificar la permanecía de los especímenes rescatados. |
| Punto de comprobación | Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra y de seguimiento de implementación del PVA. |
| Medidas de urgente aplicación | De presentarse alguna mortandad en los individuos debido a temporadas de secas muy prolongadas se deberán realizar riegos extraordinarios. De observarse la mortandad de más del 20% anual de los individuos rescatados, estos deberán ser reemplazados con individuos nuevos, todas estas actividades (riegos comunes, riegos extraordinarios, reemplazo de individuos deberán integrarse en las bitácoras de obra). |
| Clasificación | Medida de mitigación |
| Etapa de aplicación | Preparación y construcción |
| Ubicación | El rescate de flora se realizará en el Área de CUS y se llevarán al sitio de reubicación propuesto (ver anexo 6). |

- **Programa de rescate y reubicación de flora**

Con el objetivo de mitigar los daños causados por la preparación del Proyecto (CUS) y favorecer a la conservación de la riqueza biológica del área, particularmente de las especies vegetales nativas, se plantea realizar de manera previa a su preparación, el rescate y reubicación de aquellos ejemplares vivos que pudieran verse afectados.

En este sentido, este documento redacta las actividades que se llevarán a cabo para el rescate y trasplante de especies cuyos atributos fenológicos permitan su rescate y reubicación, independientemente de ser especies en riesgo o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2020).

Consulta Pública

## Factor ambiental: Flora, fauna, suelo, agua, calidad escénica y paisaje

| Etapa de operación | |
|---|---|
| **Reforestación** | |
| Impacto que atenuará | |
| • Pérdida de cubierta vegetal por motivo del CUS y remoción de malezas en el área con infraestructura<br>• Aumento en la erosión hídrica<br>• Modificación en la capacidad de infiltración<br>• Disminución en la calidad visual del paisaje por el CUS. la presencia de vehículos, maquinaria e infraestructura del Proyecto<br>• Pérdida de zonas de refugio para las especies de fauna por motivo de la preparación del terreno<br>• Afectación a especies de flora que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 | |
| Descripción de la medida | Se inducirá una reforestación en superficies donde los factores de perturbación de la cubierta vegetal se efectuaron con anterioridad, con el fin de compensar el impacto a la pérdida de vegetación por motivo del CUS. (*ver anexo 6*). |
| Indicador de la realización | Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en la superficie reforestada in situ, y la superficie planteada según el calendario de actividades. |
| Indicador de efecto | Este indicador medirá la efectividad de la medida mediante el análisis de la supervivencia de los individuos plantados. |
| Umbral de alerta | Esta medida deberá realizarse coincidente tras finalizar la etapa de construcción, una vez iniciada la etapa de operación |
| Umbral inadmisible | Será inadmisible iniciar con la etapa de operación sin haber iniciado con los preparativos de la reforestación. Sin perjuicio de lo anterior, esta fecha es variable ya que la reforestación deberá iniciar a la par de la temporada de lluvias, para lograr su eficiencia. |
| Calendario de comprobación | Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra y de seguimiento de implementación del PVA. |
| Punto de comprobación | Esta medida se comprobará con las bitácoras realizadas. |
| Medidas de urgente aplicación | De presentarse alguna mortandad en los individuos debido a temporadas de secas muy prolongadas se deberán realizar riegos extraordinarios.<br>De observarse la mortandad de más del 20% anual de los individuos reforestados, estos deberán ser reemplazados con individuos nuevos. |

Consulta Pública

| Etapa de operación | |
|---|---|
| **Reforestación** | |
| | Todas estas actividades (riegos comunes, riegos extraordinarios, mortandad, reemplazo de individuos deberán integrarse en las bitácoras de obra y en los reportes de seguimiento del PVA). El monitoreo de estas especies deberá realizarse por cinco años desde de la reforestación inicial, hasta garantizar su exitosa implantación. |
| Clasificación | Medida de mitigación y compensación |
| Etapa de aplicación | Etapa de operación |
| Ubicación | Se reforestarán 2 especies nativas en 29.5 ha en la superficie destinada a esta actividad (*ver anexo 6*). |

- **Programa de restauración a través de actividades de Reforestación**

Con el objetivo de compensar los daños causados por la preparación del Proyecto, conservar la biomasa, beneficiar la riqueza biológica, favorecer la retención del suelo e infiltración del agua al subsuelo; se planea proceder, de manera coincidente con las actividades de operación del proyecto y una vez terminadas las obras de construcción, con las actividades correspondientes al Programa de Reforestación.

En este sentido, este documento redacta las actividades referentes a la conservación de la biodiversidad a través de un Programa de restauración que contemple el manejo de especies nativas que enriquezcan la composición y estructura del ecosistema presente en el sitio.

Consulta Pública

## Factor ambiental: Fauna

| Preparación y construcción | |
|---|---|
| **Rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna** | |
| Impacto que atenuará: | |
| • Afectación a especies de fauna silvestre que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | |
| • Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación del terreno y construcción del proyecto | |
| Descripción de la medida | Se realizará el ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de las especies de fauna que se localicen en el área del proyecto, brindando especial atención a aquellas que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (modificación, 2020). Esta medida se aplicará solamente con la fauna que sea propensa a rescate; esto es, fauna que, por sus características, etapa de crecimiento o su biología particular, no pueda dirigirse a otra locación por medios propios, descartando a individuos, por ejemplo, ejemplares de aves adultos, que sólo será necesario el ahuyentarlos. |
| Indicador de la realización | Este indicador se obtendrá mediante la relación de los individuos rescatados. |
| Indicador de efecto | Este indicador se obtendrá mediante el número acumulado de rescates realizados durante la preparación y construcción. |
| Umbral de alerta | Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la preparación. |
| Umbral inadmisible | Será inadmisible observar algún individuo de fauna, sobre el área del proyecto y no aplicar el Programa de rescate y reubicación. |
| Calendario de comprobación | Esta medida se comprobará a diario durante la preparación y construcción en caso de encontrar algún espécimen cerca de las áreas de trabajo. |
| Punto de comprobación | Esta medida se comprobará con las bitácoras de rescate. |
| Medidas de urgente aplicación | De observarse ejemplares de fauna fuera de las etapas mencionadas se deberá aplicar de igual forma el Programa de rescate, la bitácora que se genere, deberá anexarse a un reporte extraordinario que pormenorice las acciones realizadas, este reporte a su vez deberá ser incluido en el reporte de seguimiento del Programa que en su caso se entregue a la autoridad correspondiente en el periodo en el que se encuentre. |
| Clasificación | Medida de mitigación |
| Etapa de aplicación | Preparación y construcción |
| Ubicación | El rescate y ahuyentamiento se realizará en toda el área del proyecto y se reubicarán en dos sitios en el SAR |

Consulta Pública

**Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**

Normas Oficiales Mexicanas aplicables para el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna: NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Objetivos específicos:**

- Implementar las acciones necesarias para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna durante las etapas de preparación y construcción en el área del Proyecto.
- Reubicar a los individuos que se localicen en el área; dichos individuos serán liberados en sitios que aseguren su supervivencia y desarrollo, con el fin de garantizar su viabilidad y permanencia en el SAR.
- Implementar las medidas de captura, manejo y traslado necesarias para asegurar la supervivencia de los individuos reubicados durante la aplicación de este programa.

## Factor ambiental: Suelo, salud pública e higiene

| Etapas de Preparación, Construcción y Operación | |
|---|---|
| **Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos)** | |
| Impacto que atenuará: | |
| • Generación de residuos sólidos municipales<br>• Atracción de fauna nociva u oportunista | |
| Descripción de la medida | Se colocarán contenedores (tambos) con tapa etiquetados destinados a contener residuos sólidos municipales. |
| Indicador de la realización | Este indicador se obtendrá mediante la relación de los depósitos instalados, y las fechas de recolección o acopio al sitio destinado por el municipio para este tipo de residuos |
| Indicador de efecto | Este indicador se obtendrá mediante el número de eventualidades que ocurran por atracción de fauna nociva u oportunista. |
| Umbral de alerta | Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación. |
| Umbral inadmisible | Será inadmisible observar algún manejo deficiente de este tipo de residuos. |
| Calendario de comprobación | Esta medida se comprobará a diario, durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de proyecto |
| Punto de comprobación | Esta medida se comprobará con las bitácoras de ingreso y salida de los residuos, así como de rescate de fauna de presentarse el caso. |
| Medidas de urgente aplicación | De observarse ejemplares de fauna en las áreas de comida u oficinas (ya sean móviles durante las etapas de preparación y construcción o fijas durante la operación y mantenimiento), se deberá aplicar el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna, las bitácoras para este caso deberán ser muy explicitas en la situación que propició el evento, para con esto poder idear formas innovadoras para evitar que esta situación siga ocurriendo. |

Consulta Pública

| Etapas de Preparación, Construcción y Operación | |
|---|---|
| **Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos)** | |
| Clasificación | Medida de prevención |
| Etapa de aplicación | Preparación, construcción y operación |
| Ubicación | Se colocarán los depósitos en las áreas cercanas a los centros de trabajo y se moverán conforme avancen las obras. |

## Factor ambiental: Salud pública e higiene

| Etapas de Preparación, construcción y operación. | |
|---|---|
| **Baños portátiles y sanitarios dentro de las instalaciones** | |
| **Impacto que atenuará:** | |
| • Generación de aguas residuales sanitarias | |
| Descripción de la medida | Durante la etapa de preparación y construcción, las aguas residuales serán colectadas y manejadas por la empresa que preste el servicio de baños portátiles. Durante la operación y el mantenimiento del Proyecto, las aguas residuales producto de los sanitarios y serán colectadas y manejadas por la empresa contratada para dicho servicio. |
| Indicador de la realización | Este indicador se obtendrá mediante la relación de los baños instalados. |
| Indicador de efecto | Este indicador se obtendrá mediante el volumen de agua sanitaria retirado por la empresa contratada. |
| Umbral de alerta | Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación. |
| Umbral inadmisible | Será inadmisible observar algún manejo deficiente de este tipo de residuo. |
| Calendario de comprobación | Esta medida se comprobará cada que la empresa realice el retiro o limpieza de los sanitarios y durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de proyecto. |
| Punto de comprobación | Esta medida se comprobará con los manifiestos de retiro y limpieza de los sanitarios por parte de la empresa contratista. |
| Medidas de urgente aplicación | De observarse un mal manejo o inclusive un derrame de aguas sanitarias, se deberá realizar el rescate de la mayor cantidad de ésta y el saneamiento del área afectada. |
| Clasificación | Medida de prevención |
| Etapa de aplicación | Etapa de preparación, construcción y operación |
| Ubicación | Se colocarán los baños portátiles en las áreas cercanas a los centros de trabajo y los sanitarios dentro de las instalaciones del proyecto El Mezquital. |

Consulta Publica

| Etapas de Preparación y Construcción. | |
|---|---|
| **Almacén temporal de residuos** | |
| Impacto que atenuará: | |
| • Generación de residuos de manejo especial.<br>• Generación de residuos peligrosos. | |
| Descripción de la medida | Los residuos de manejo especial y peligrosos que se generen durante la preparación, construcción y operación serán separados en tambos de 200 litros etiquetados con el tipo de residuo que contienen, para ser llevados al almacén temporal del proyecto El Mezquital y estos serán entregados a una empresa autorizada para dar el manejo a dichos residuos hasta su deposición final. |
| Indicador de efecto | Este indicador se obtendrá mediante la relación entre los residuos que se envíen e ingresen al almacén y los residuos que salgan del mismo por parte de la empresa contratada para brindar el manejo de éstos. |
| Indicador de la realización | Este indicador se obtendrá mediante la comparación entre la cantidad de residuos generados contra la cantidad de residuos que se estimaron. |
| Umbral de alerta | Esta medida deberá realizarse durante la etapa de preparación y construcción. |
| Umbral inadmisible | Será inadmisible haber concluido con esta etapa sin haber realizado dicha medida. |
| Calendario de comprobación | Esta medida se comprobará cada que la empresa que se contrate para esto realice la recolección de estos residuos. |
| Punto de comprobación | Esta medida se comprobará con los manifiestos de recolección o retiro por parte de la empresa. |
| Medidas de urgente aplicación | De observarse una generación de estos residuos que exceda la capacidad del almacén deberá hacerse el llamado a la empresa encargada para que haga el retiro extraordinario de los residuos que se generen. |
| Clasificación | Medida de prevención |
| Etapa de aplicación | Etapa de preparación y construcción |
| Ubicación | Este tipo de residuos serán enviados al almacén temporal del proyecto. |

### Programa de Manejo Integral de Residuos

Los objetivos principales de dicho programa son:

- Proporcionar un manejo adecuado a los residuos de manejo especial que se generan en el proyecto.
- Establecer el procedimiento para instrumentar la separación de los residuos sólidos y peligrosos dentro de las áreas de trabajo.
- Informar y capacitar a los trabajadores sobre el manejo que se debe de proporcionar a estos residuos.

Consulta Pública

*Figura 1:Cronograma General de aplicación de los programas*

| Programa General de aplicación de Programas | | |

### 6.1.2 Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación

Las medidas de mitigación se deberán realizar durante el tiempo que dure cada fase del Proyecto y de acuerdo con lo estipulado en cada programa específico (ver anexo 6).

Una vez identificados los impactos ambientales generados por el desarrollo de cada una de las fases, se enlistan las acciones que generan impactos en los diferentes medios, así como la descripción de las actividades y obras a realizar con el fin de mitigar, controlar, prevenir y/o compensar dichos impactos.

#### *6.1.2.1 Medidas de compensación*

Las medidas de compensación se definen como las acciones tomadas posterior a la afectación resultante del impacto ambiental identificado y que no puede ser prevenido ni puede ser directamente corregido por la implementación de dichas acciones. En este caso, es necesario realizar una medida de compensación en el área para retribuir el factor ambiental que fue afectado.

En este sentido, y de acuerdo con la identificación de los impactos por las actividades del desarrollo del Proyecto, se ha determinado que los impactos más significativos inherentes al Proyecto se presentarán durante la etapa de preparación y construcción. Por lo que estos serán compensados mediante la revegetación pasiva y la reforestación.

### 6.1.3 Fase de abandono

Aunque la vida útil de las instalaciones es de 30 años, se considera indefinida si se van reponiendo los paneles y que, en un futuro, se seguirá haciendo uso de la infraestructura para nuevas tecnologías fotovoltaicas. Por esto no se considera la etapa de abandono en las instalaciones, cuando se requiera se repondrán los paneles deteriorados.

En caso de abandono, se desarmarán las instalaciones, se desarman los paneles, se retiran las bases y se podrá utilizar el predio para otros fines.

En caso de que se lleve a cabo esta etapa, se realizará en un lapso de 9 meses.

## 6.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La implementación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene como función el ser la guía a seguir por el promovente para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales derivados de la implementación del Proyecto, en cada una de las etapas de su desarrollo.

El PVA se plantea desde el inicio de la etapa de preparación del sitio y hasta concluir su operación, incluyendo la etapa de mantenimiento, aun cuando el objetivo del promovente del proyecto es ampliar indefinidamente su vida útil. Dicho programa permitirá tener un control en los impactos y prevenir impactos no identificados generados a lo largo de las etapas del proyecto.

Consulta Pública

**Objetivos:**

- Prevenir posibles alteraciones que puedan inducir daños al ambiente.
- Vigilar que las medias de mitigación y compensación propuestas en la MIA-R, sean aplicadas correctamente durante todas las etapas del proyecto.
- Vigilar el surgimiento de impactos ambientales no previstos, en su caso generar las medidas de mitigación adecuadas.
- Informar de manera periódica a la autoridad ambiental de los resultados de aplicación del PVA en las distintas etapas del proyecto.
- Comprobar que las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, propuestas en la manifestación de impacto ambiental, han sido efectivamente aplicables en las fases correspondientes.

**Meta:**

Disminuir el efecto de los impactos significativos del proyecto, propiciando el cuidado del medioambiente, así como potencializar los efectos positivos que el desarrollo de este tipo de proyectos genera al producir emisiones bajas de carbono y utilizar los recursos naturales de manera eficiente.

**Responsable:**

El responsable de la aplicación de este programa será la empresa **Datos Protegidos por la LFTAIPG**, misma que es responsable de vigilar que se aplique correctamente este programa.

**Alcances:**

El PVA, contempla todas las medidas de mitigación, compensación y prevención determinadas para cada uno de los impactos ambientales identificados en el proceso de evaluación de impacto ambiental dentro de la MIA-R, así como los subprogramas específicos en los que se contienen dichas medidas.

### 6.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

Para la realización, seguimiento y control de los programas propuestos se contará con las siguientes herramientas específicas:

- **Hojas de reporte**

Las hojas de reporte servirán para identificar, clasificar y notificar aquellos incidentes que alteren el cumplimiento de las medidas de mitigación. Estas hojas servirán como reportes al describir los desvíos detectados, los involucrados y las medidas aplicadas para corregir el desvío.

- **Generación de indicadores**

Se obtendrán indicadores del cumplimiento de las medidas de mitigación las que permitirán obtener volúmenes, niveles y valores cuantificables que sustenten el cumplimiento de todo lo establecido. Estos indicadores son propios a cada rubro y podrán aparecer nuevos conforme avance el PVA.

Consulta Pública

- **Reportes**

En función a las hojas de reporte, así como los indicadores y el cumplimiento de los programas específicos incluidos en este documento, se realizarán reportes anuales; que contendrán la información recabada, así como el análisis de la misma, permitiendo por medio de retroalimentación la mejora del PVA.

Se presentarán reportes anualmente, los cuales incluirán:

- Bitácora de obra.
- Memoria técnica de la ejecución de las obras realizadas.
- Croquis de ubicación de las acciones realizadas.
- Superficie y cuantificación de las obras realizadas.
- Monitoreo de las acciones realizadas.
- Evaluación de la efectividad de las acciones realizadas.

Con la información contenida en el PVA, se podrá establecer el cumplimiento de cada una de las acciones realizadas, así mismo se evaluará la efectividad de la aplicación de las medidas de mitigación.

Las medidas de conservación de los diferentes factores ambientales estarán apegadas en todo momento a los reglamentos, leyes y normas ambientales aplicables vigentes.

Consulta Pública

**7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ..... 555**

7.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO ..... 556

7.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO ..... 558

7.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN ..... 560

7.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL ..... 564

## Índice de Tablas

Tabla 1: Tasa de erosión actual dentro del AP ..... 557

Tabla 2: Balance hídrico actual del AP ..... 558

Tabla 3: Tasa de erosión potencial del AP ..... 560

Tabla 4: Balance hídrico potencial del AP ..... 560

Tabla 5: Modificación a las tasas de erosión e infiltración actuales ..... 560

Tabla 6: Reducción en la erosión hídrica lograda mediante el desarrollo de la Cubierta Vegetal ..... 562

Tabla 7: Reducción total en la erosión, lograda mediante la revegetación pasiva ..... 563

Tabla 8: Reducción en el volumen medio anual de escurrimiento, lograda mediante la revegetación pasiva ..... 564

Consulta Pública

# 7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Comprometidos con el cumplimiento de la Contribución Nacional Determinada de México y los compromisos nacionales del Acuerdo de París, el sector eléctrico del país debe transformarse para que, en el año 2030, el 43% de la generación eléctrica provenga de energías limpias, así como la reducción del 22% en emisiones de carbono y gases de efecto invernadero.

Uno de los compromisos que México ha adoptado, es transitar a un modelo energético más sustentable y las energías renovables son parte fundamental de este nuevo modelo.

Mediante el fomento de las energías renovables, México se compromete a mitigar la emisión de gases de efecto invernadero y, al mismo tiempo, contribuye a diversificar la generación de energía eléctrica, lo que conlleva una mejora en materia de seguridad energética en el país.

La profundización de la integración económica con los socios comerciales de América del Norte, la diversificación del perfil productivo de la industria nacional y la llegada de inversiones estratégicas a nuestro país presenta un escenario para los siguientes años, donde se plantea canalizar los esfuerzos conjuntos entre el sector público y el privado, para incentivar la relocalización de cadenas de valor, para elevar el PIB hasta en 1.2 puntos porcentuales, que representaría más del 30% del que se tiene actualmente, por lo que obliga a los diferentes sectores a revisar las políticas públicas y privadas de desarrollo productivo, ya que el objetivo es, incorporar al país dentro de la dinámica global de relocalización de las cadenas globales de valor y producción .

Por lo anterior, se anticipa que hacia 2050 el proceso de descarbonización en México avanzará significativamente. Según la excomisionada de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), Alma Porres, "*la electricidad es el vector principal de la descarbonización del sistema energético, se requiere una capacidad instalada de más de 300 GW al 2050. Esto implica una inversión del gobierno en infraestructura de transmisión, distribución y almacenamiento que permita integrar el crecimiento de electricidad solar y eólica*."

Es tangible, conforme al compromiso a nivel federal y estatal, el impulsar al sector energético nacional a través de planes, programas, proyectos, y acciones, que promuevan las energías limpias y las mejores prácticas en políticas de eficiencia energética. El principal objetivo es la reducción de emisiones contaminantes y dirigir los esfuerzos hacia la sustentabilidad social, económica y ambiental, en concordancia con los compromisos ambientales globales presentes y futuros.

Cabe señalar que, dadas las necesidades energéticas, el objetivo de fomentar el desarrollo de proyectos de energía renovable es generar energía limpia a menor costo, reducir emisiones, desarrollar proyectos comunitarios de acuerdo a un plan de gestión social, medidas específicas de compensación, generación de empleos y bienestar.

Consulta Pública

## 7.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Con base al análisis realizado en el apartado del Diagnóstico Ambiental del capítulo 4 de la presente MIA-R y como se ha mencionado, actualmente el uso agrícola es la actividad más importante dentro del SAR. Dicha tendencia se manifiesta en las condiciones actuales de los componentes a analizar:

### Socioeconómico

Actualmente, la economía de la región depende principalmente de actividades agropecuarias que en ella se desarrollan, aunado de la alta migración hacia las áreas urbanas principalmente a San Miguel de Allende y Querétaro.

La falta de oportunidades laborales y las difíciles condiciones de vida han impulsado a muchas personas a emigrar, dejando atrás casas vacías y un entorno que parece detenido en el tiempo. Sin embargo, las remesas enviadas por los migrantes han permitido la construcción paulatina de nuevas viviendas, lo que crea un contraste entre las casas abandonadas y aquellas en proceso de edificación o remodelación. Este fenómeno refleja una dependencia económica de las remesas, que afecta el dinamismo de la región. Se pueden encontrar hogares con jefatura femenina en las que los padres de familia han emigrado; en algunos casos las familias reciben remesas desde Estados Unidos, sobre todo, las personas de la tercera edad.

A nivel económico, las empresas manufactureras cercanas, el campo y la construcción constituyen los principales sectores laborales para los habitantes. El auge inmobiliario y turístico de San Miguel de Allende, ha impulsado el sector de la construcción, pero estos empleos suelen ser temporales o inestables, lo que limita la seguridad económica de las familias. Los trabajadores del campo y las fábricas, aunque representan una parte significativa de la fuerza laboral, también enfrentan condiciones laborales precarias, con bajos salarios y pocos beneficios.

En conjunto, la situación de estas localidades es de contraste: mientras enfrentan limitaciones significativas, también cuentan con un potencial de mejora a través de las inversiones que llegan desde el exterior (remesas), y sectores que podrían desarrollarse si se mejora la infraestructura y se generan más oportunidades económicas locales.

### Paisaje

En este caso el AP se situará sobre la Subprovincia fisiográfica, “Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato” teniendo una gran complejidad en su panorama fisiográfico, en el que concurren sistemas tan distintos entre sí como sierras, mesetas, lomeríos, valles y llanuras. El SAR presenta un paisaje fragmentado por las actividades agrícolas que se desarrollan en la zona donde predomina la Agricultura. No existen particularidades que la distingan de la presente en el SAR y AIP.

### Flora

Actualmente la superficie del AP sin proyecto soporta una asociación vegetal de Mezquital-Huizachal así como área de agricultura y asociaciones arvenses.

Consulta Pública

### Fauna

La superficie del AP actualmente presenta un uso de suelo utilizado para la agricultura con manchones de vegetación secundaria. Cabe señalar que la presencia del área utilizada para agricultura y los manchones representan un habitad que alberga diversas especies de fauna, por tanto, la superficie que abarca mayor área es la destinada para agricultura que posee características que incluye especies invasoras y de hábitos oportunistas, lo que limita su valor como hábitat para la fauna nativa.

### Suelo

El sistema de topoformas dentro del SAR está representado por llanura aluvial y sierra alta escarpada, cuya superficie presenta un amplio uso agrícola que se ha desarrollado a lo largo de los años. Esto ha resultado en un proceso de degradación química del suelo; ocasionado la declinación de la fertilidad y la reducción del contenido de materia orgánica. De manera proporcional, dicha tendencia ha deteriorado progresiva y acumulativamente las condiciones ambientales originales, resultando en un escenario antropológicamente perturbado. Este escenario se presenta en gran parte del parte del AP.

Adicionalmente, el uso agrícola ha generado alteraciones al proceso de erosión del suelo, producto de la deforestación realizada a razón de dar lugar a dicha actividad.

A continuación, se presentan las tasas de erosión actual dentro del AP:

***Tabla 1: Tasa de erosión actual dentro del AP***

| Tasa de erosión actual dentro del AP | | |
|---|---|---|
| **Erosión hídrica (t/año)** | **Erosión eólica (t/año)** | **Total (t/año)** |
| 410.11 | 160.33 | **570.44** |

### Agua

La red hidrográfica reportada para el SAR está conformada por un total 3 corrientes principales:

- **Arroyo Colorado**: ubicada en la porción norte del SAR, esta pertenece a una de orden 3 de tipo intermitente, se encuentra alimentada por pequeños escurrimientos que se originan en el Cerro Alto, el cual se ubica al Este del SAR.
- **Arroyo Blanco**: corriente de orden 4 de tipo intermitente, esta se origina en las serranías que se ubican en la parte Este del SAR, cercanas al límite entre las subcuencas RH12Hb y RH12Ha; es la que se encuentra en mayor proporción dentro del SAR, abarcando desde la parte Norte y central. Esta corriente, cuenta con una dirección de flujo mayormente de este a oeste y se encuentra conformado por un total de 7 corrientes de orden 2. Finalmente desemboca en el Río Laja.
- **Arroyo Loma Larga**: Este arroyo tiene sus orígenes en escurrimientos de orden 1, que se forman en la parte Este del SAR, en las partes altas de las cadenas montañosas, es de orden 4 y de tipo intermitente. El arroyo Loma Larga, delimita la parte Sureste y la parte baja del SAR (Sur), cuenta con flujo mayormente de Norte

Consulta Pública

a Sur; tiene un total de 3 corrientes de orden menor, las cuales se originan dentro del SAR.

El AIP se encuentra atravesado por dos corrientes de agua ambas de orden 2 y de tipo intermitente, son afluentes del Arroyo Blanco y tienen su origen al Este del SAR, cuentan con una dirección de flujo de Este a Oeste.

En cuanto al AP, se localizan dos corrientes de agua de orden 2 y tipo intermitente, ambas son afluentes del Arroyo Blanco. Una corriente se localiza en la porción Norte del AP y funciona como limitante del predio, la segunda se localiza en la parte Suroeste.

De acuerdo con la carta de Red Hidrográfica Edición 2.0, escala 1:50,000 del INEGI, se encuentran pequeños cuerpos de agua dentro del SAR; en cuanto al AIP y AP, no se registran cuerpos de agua.

Los volúmenes del balance hídrico, dentro del AP, son los que se muestran en la siguiente tabla:

***Tabla 2: Balance hídrico actual del AP***

| Balance hídrico actual AP | |
|---|---|
| **Parámetro** | **Total ($m^3$/año)** |
| Captación Bruta | 409,464.81 |
| ETR | 99,971.54 |
| Captación neta | 309,493.27 |
| **Infiltración** | **279,498.34** |
| Escorrentía | 29,994.93 |

Donde se observa un volumen de infiltración actual de **279,498.34$m^3$/año**.

## 7.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

El Proyecto El Mezquital consiste en la preparación, construcción, operación y mantenimiento de una planta fotovoltaica cuyo objetivo es aprovechar la energía solar para transformarla en energía eléctrica y subministrarla a la Red Nacional de Transmisión (RNT). Esta planta contribuirá al abastecimiento de la demanda de energía con menores impactos al ambiente y disminuirá la dependencia que se tiene hacia las energías fósiles.

Para el aprovechamiento de la energía solar se utilizan paneles solares o fotovoltaicos. Estos son dispositivos diseñados para captar parte de la radiación emitida por el sol, y convertirla en energía eléctrica. La luz que llega a las celdas libera la energía de los fotones contenidos, que a su vez se canalizan en una carga, generando una corriente eléctrica.

El proyecto estará conformado por lo siguiente:

- Área de paneles solares, para entregar en el punto de interconexión 29.90 MW.
- 55,200 paneles fotovoltaicos de 655 W de potencia.
- 23 inversores.
- Red Subterránea de Media Tensión (RTM).

Consulta Pública

- Subestación (SE) Elevadora.
- Área de Almacenamiento de Energía (BESS).
- Oficinas, almacenes, patio de maniobras, caminos internos.

De acuerdo a lo establecido en el capítulo 5 del presente documento, los impactos generados por el desarrollo del Proyecto afectarán a los componentes ambientales y socioeconómicos de la siguiente manera:

### Socioeconómico

La implementación del proyecto fotovoltaico introduce una dinámica económica y social diferente. Se espera la generación de empleo directo e indirecto, principalmente durante la fase de construcción, que beneficiará a la población local vulnerable y reducirá temporalmente los índices de desempleo y pobreza.

El proyecto puede estimular la economía local mediante inversiones en servicios asociados, comercio y transporte, además de abrir la puerta a la diversificación del sector productivo con el impulso de energías renovables. Sin embargo, la instalación de infraestructura y las operaciones relacionadas pueden generar efectos negativos, como posibles conflictos sociales derivados de cambios en la dinámica comunitaria.

La llegada de nuevos trabajadores externos y la creciente interacción entre diferentes actores sociales pueden ocasionar tensiones culturales o sociales si no se gestionan adecuadamente mediante mecanismos de consulta, participación y diálogo.

En esta etapa, el proyecto representa una oportunidad significativa, pero con riesgos inherentes que requieren atención prioritaria para evitar impactos adversos.

### Paisaje

La afectación para el paisaje no será de gran impacto ya que el proyecto se llevará a cabo en una zona que ha sido destinada a la agricultura y siendo que el proyecto se encuentra alejado del potencial espectador.

### Flora

Una vez establecido el proyecto dentro del AP, secciones del Mezquital-Huizachal (29.50 ha de vegetación forestal de las 32.98 ha presentes dentro del AP) serán desmontadas, lo restante permanecerá intacto debido a que la construcción del proyecto no contempla el retiro de estas secciones forestales. En este sentido, la infraestructura solo se localizará dentro de las áreas delimitadas dentro del CUS.

### Fauna

Una vez establecido el proyecto dentro del AP, este tendrá un impacto sobre las especies que se favorecen de las zonas de agricultura, y de las que se encuentran en los manchones de vegetación. Asimismo, el paso de fauna y la comunicación entre las superficies con vegetación no será afectada, ya que no se interpone en posibles corredores biológicos ya que se encuentran separados por áreas de agricultura lo que limita naturalmente el movimiento de la fauna entre ellos, aunque los incidentes con la fauna nativa se potencializarían al no realizarse las medidas necesarias.

Consulta Pública

### Suelo y Agua

El impacto generado por el retiro de la vegetación por motivo del CUS y la remoción de malezas en el área con infraestructura se verá reflejado en la tasa de erosión del suelo y en el volumen de agua que se infiltra al mismo. A continuación, se muestra la tasa de erosión y el balance hídrico del AP, una vez realizada la preparación del terreno:

***Tabla 3: Tasa de erosión potencial del AP***

| Tasa de erosión potencial dentro del AP | | |
|---|---|---|
| **Erosión hídrica (t/año)** | **Erosión eólica (t/año)** | **Total (t/año)** |
| 569.32 | 2,292.23 | **2,861.55** |

***Tabla 4: Balance hídrico potencial del AP***

| Balance hídrico potencial AP | |
|---|---|
| **Parámetro** | **Total ($m^3$/año)** |
| Captación Bruta | 409,464.81 |
| ETR | 99,971.54 |
| Captación neta | 309,493.27 |
| **Infiltración** | **262,492.07** |
| Escorrentía | 47,001.20 |

Donde se observa un volumen de infiltración potencial de 262,492.07$m^3$/año.

Al comparar los resultados potenciales con las tasas de erosión e infiltración actuales, se observa un incremento en la erosión y una disminución en el volumen de infiltración:

***Tabla 5: Modificación a las tasas de erosión e infiltración actuales***

| | Tasa actual | Tasa potencial | Modificación |
|---|---|---|---|
| **Erosión (t/año)** | 570.44 | 2,861.55 | **2,291.11** |
| **Infiltración ($m^3$/año)** | 279,498.34 | 262,492.07 | **17,006.27** |

Donde el incremento (+) en la tasa de erosión es de **2,291.11t/año**; mientras el volumen de agua que se infiltra al suelo presenta una disminución (-) de **17,006.27$m^3$/año**.

## 7.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN

Teniendo en cuenta las modificaciones descritas en el análisis del escenario con Proyecto, se proponen medidas (descritas en el capítulo 6 del presente documento) que permitan prevenir, mitigar y compensar los impactos a los componentes que se verán afectados por la presencia del proyecto El Mezquital. Dichas medidas se llevarán a cabo mediante la aplicación de los programas diseñados para este Proyecto en particular (ver anexo 6 Programas).

Por lo que, a continuación, se presentan los pronósticos para cada uno de los componentes analizados:

Consulta Pública

### Socioeconómico

Con la aplicación efectiva de las medidas contempladas, el proyecto tendrá un impacto positivo integral en la región. Las acciones sociales incluyen programas de capacitación laboral para la población local, fortalecimiento de proveedores y fomento al desarrollo de economías complementarias, generando un efecto multiplicador para el empleo y la economía regional.

La participación y consulta con las comunidades se realizará respetando sus derechos y tradiciones, propiciando un ambiente de respeto mutuo y colaboración. El proyecto fomentará la cohesión social y contribuirá a mejorar la calidad de vida, reduciendo la migración por falta de oportunidades.

El monitoreo permanente y la evaluación participativa garantizarán la adaptación continua de las medidas, asegurando que los beneficios socioeconómicos se mantengan y que cualquier impacto residual sea atendido oportunamente.

En conjunto, esta etapa representa un modelo de desarrollo regional sostenible, donde la generación de energía limpia es una palanca para la mejora social, económica y ambiental en San Miguel de Allende.

### Paisaje

Debido a la naturaleza del proyecto, el cual se llevará a cabo en un área utilizada para actividades agrícolas y que la distancia y la altura ayuda a enmascarar el Proyecto, por lo cual el impacto visual no será de gran amplitud.

### Flora

Durante y una vez hecho el desmonte, se considera la aplicación de programas referentes al rescate y reubicación de flora así como de reforestación con especies nativas, los cuales participan en la compensación de los daños a la vegetación y flora nativa, permitiendo la interconexión de parches de vegetación aislados y el flujo génico local a través de la permanencia de los individuos rescatados en el área de CUS.

### Fauna

Con el fin de favorecer la conservación de la riqueza biológica del área que ocupará el proyecto, se implementarán medidas para minimizar perturbaciones durante la construcción y operación del proyecto, se propone realizar el ahuyentamiento, rescate y reubicación de ejemplares de fauna, que estén o no considerados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (modificación, 2020), y que pudieran verse afectados por la realización de las actividades de construcción y operación, con los criterios establecidos en el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.

### Suelo y Agua

De acuerdo a las medidas de mitigación y compensación descritas en el Programa de Conservación de Suelo y Agua, se propone permitir la revegetación pasiva a razón de lograr el establecimiento de una cubierta vegetal. Esta cubierta estará sujeta a actividades de mantenimiento, a razón de asegurar el establecimiento de la misma. La época de lluvias

Consulta Publica

beneficiará el crecimiento de estas especies, así mismo se llevarán a cabo podas de mantenimiento para evitar el crecimiento de especies leñosas y mantener una altura que permita el buen funcionamiento de las instalaciones durante toda la etapa de operación del Proyecto.

Esta cubierta vegetal se mantendrá en una superficie de 57.55ha, correspondiente a la superficie sin infraestructura, área de maniobras y debajo de los paneles solares; esta medida ayudará a compensar los impactos relacionados con la remoción de la vegetación por motivo del CUS y la remoción de malezas en el área con infraestructura del AP, por lo que se estimaron las tasas de erosión e infiltración potenciales (sin cubierta vegetal y con cubierta vegetal) para dicha superficie; siguiendo las metodologías mencionadas en capítulos anteriores, como se muestra a continuación:

**Erosión Hídrica Potencial SIN Cubierta Vegetal ($Ep_1$)**

Una vez realizada la preparación del terreno, la superficie destinada para esta medida estará desprovista de vegetación:

**Sin vegetación aparente**

$Ep_1$ = (1999.34) (0.007) (0.60)
$Ep_1$ = **8.44t/ha/año**

Considerando la superficie en la que se permitirá la revegetación pasiva (57.55ha), equivale a una tasa de erosión de **485.74t/año.**

**Erosión Hídrica Potencial CON Cubierta Vegetal ($Ep_2$)**

Una vez desarrollada la cubierta vegetal, esta estará compuesta por las especies herbáceas que crecen naturalmente en el Área del Proyecto, principalmente gramíneas. Por lo que el factor de protección de la vegetación (factor C) que mejor representa dichas condiciones corresponde al de *Pastizal natural (C=0.07)*:

**Pastizal natural**

$Ep_2$ = (1999.34) (0.007) (0.60) (0.07)
$Ep_2$ = **0.59t/ha/año**

Considerando la superficie en la que se permitirá la revegetación pasiva (57.55ha), equivale a una tasa de erosión de **34 t/año.**

Tomando en cuenta los resultados SIN ($Ep_1$) y CON ($Ep_2$) cubierta vegetal, se observa una reducción de **451.74t/año** en la tasa de erosión hídrica:

***Tabla 6: Reducción en la erosión hídrica lograda mediante el desarrollo de la Cubierta Vegetal***

| Erosión hídrica Potencial SIN Cubierta (t/año) | Erosión hídrica Potencial CON Cubierta (t/año) | Reducción en la erosión hídrica (t/año) |
|---|---|---|
| 485.74 | 34 | **451.74** |

Esta reducción en la tasa de erosión hídrica representa el volumen de suelo que se logrará retener con esta medida.

Consulta Pública

**Erosión Eólica SIN Cubierta Vegetal ($Eo_1$)**

Una vez realizada la preparación del terreno, la superficie destinada para esta medida estará desprovista de vegetación. Por lo que, tomando el resultado de erosión eólica para zonas desprovistas de vegetación de **35.957t/ha/año** y, considerando la superficie en la que se permitirá la revegetación pasiva (57.55ha), se obtiene una erosión eólica sin cubierta vegetal de **2,069.354t/año.**

**Erosión Eólica CON Cubierta Vegetal ($Eo_2$)**

Una vez establecida la cubierta vegetal, esta funcionará como barrera física, brindando protección al suelo y evitando la pérdida de suelo por acción del viento de dicha superficie (55.57ha). Por lo que la erosión eólica pasará de las 2,069.354t/año a **0t/año.**

Tomando en cuenta la reducción en la erosión tanto hídrica como eólica que se logrará mediante la revegetación pasiva de las 57.55ha, se observa una retención de suelo total correspondiente a **2,521.094t/año.** Como se muestra a continuación:

***Tabla 7: Reducción total en la erosión, lograda mediante la revegetación pasiva***

| Reducción en la erosión hídrica (t/año) | Reducción en la erosión eólica (t/año) | Reducción total (t/año) |
|---|---|---|
| 451.74 | 2,069.354 | **2,521.094** |

Por lo que el incremento de 2,291.11t/año en la tasa de erosión actual del AP, ocasionado por el desarrollo del Proyecto, se verá compensado en su totalidad.

**Volumen medio anual de escurrimiento SIN Cubierta Vegetal y Agricultura (Vm1)**

Una vez realizada la preparación del terreno, la superficie destinada para esta medida estará desprovista de vegetación, por lo que es necesario considerar a esta superficie como *Barbecho, áreas incultas y desnudas*. Sustituyendo los valores en la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 tenemos:

**$Vm_1$ =** (0.5755) (0.1178) (592.1) (1000)

**$Vm_1$ = 40,142.93$m^3$/año**

**Volumen medio anual de escurrimiento CON Cubierta Vegetal ($Vm_2$)**

Una vez desarrollada la cubierta vegetal, esta estará compuesta por las especies herbáceas que crecen naturalmente en el Área del Proyecto, principalmente gramíneas. Por lo que el coeficiente de escurrimiento que mejor representa dichas condiciones corresponde al de *Pastizal con un porcentaje de suelo cubierto mayor al 75%*:

Sustituyendo los valores en la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 tenemos:

**$Vm_2$ =** (0.5755) (0.0173) (592.1) (1000)

**$Vm_2$ = 5,888.33$m^3$/año**

Consulta Pública

Tomando en cuenta los resultados potenciales SIN ($Vm_1$) y CON ($Vm_2$) cubierta vegetal, se observa una reducción de **34,254.59m³/año** en el volumen medio anual de escurrimiento, esta reducción en el escurrimiento favorecerá la infiltración del mismo volumen de agua al suelo:

***Tabla 8: Reducción en el volumen medio anual de escurrimiento, lograda mediante la revegetación pasiva***

| Vm SIN Cubierta (m³/año) | Vm CON Cubierta (m³/año) | Reducción (-) en el Vm (m³/año) | Favorecimiento (+) a la infiltración de agua al suelo (m³/año) |
|---|---|---|---|
| 40,142.93 | 5,888.33 | **-34,254.59** | **+34,254.59** |

Esta medida favorecerá el volumen de infiltración y reducirá el volumen de escurrimiento de 34,254.59m³/año, lo que compensa la modificación generada por las obras del Proyecto de 17,006.27m³/año.

## 7.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Una vez realizada la revisión de los escenarios con y sin proyecto, así como los capítulos precedentes de este documento, se concluye que los impactos ocasionados por el desarrollo del Proyecto no comprometen la integridad funcional que el SAR presenta actualmente; siempre y cuando se lleven a cabo de manera correcta las medidas de prevención, mitigación y compensación diseñados para El Mezquital. Esto teniendo en cuenta que el AP no cuenta con particularidades que le diferencien sustancialmente del escenario regional y que el CUS y las obras involucradas en el desarrollo del Proyecto se llevarán a cabo única y exclusivamente dentro de la superficie con infraestructura del AP, lo que lo vuelve un proyecto local.

Considerando la tendencia de desarrollo del municipio y el uso potencial que tienen las tierras en las que se pretende instalar el Proyecto, así como, las necesidades de energía en el estado de Guanajuato, y de México, ya que, se encuentra dentro de la *"Convocatoria para la Atención Prioritaria de Solicitudes de Permisos de Generación Eléctrica e Interconexión al Sistema Nacional Alineados a la Planeación Vinculante",* por otra parte, de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 (Gobierno de México 2025) el Proyecto encaja con el eje general de desarrollo sustentable, siendo un ejemplo de cómo la transición hacia energías limpias puede ser un motor de cambio positivo para el desarrollo del país, fomentando tanto el progreso económico como la justicia social y el respeto por el medio ambiente, siendo una alternativa viable para la mitigación del cambio climático. Este proyecto reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar fuentes de energía convencionales con energía solar limpia.

Por otra parte, la construcción de un proyecto fotovoltaico, no deriva en una disminución de la calidad en el ecosistema, ni en el uso de agua (ya que no se necesita agua para producir energía por este tipo de tecnología), como es el caso de las actividades que actualmente se desarrollan en la región; esta aseveración se puede justificar con base en la calidad del suelo actual que presenta el sitio, el cual, se encuentra en un proceso de degradación química, debido a la deforestación y el uso de agroquímicos. Además, el Proyecto implica

Consulta Pública

la ejecución de las obras de conservación, mitigación y compensación, que pretenden conservar la calidad ambiental actual del sitio.

La principal ventaja ambiental de la producción de energía fotovoltaica es la prácticamente nula emisión de GEI y otros contaminantes, así como el ahorro en la utilización de agua. En este sentido es importante resaltar que los proyectos fotovoltaicos no consumen agua durante la etapa de operación, salvo la que se utilice para los sanitarios y la limpieza de las celdas.

En cuanto a la normatividad, el diseño del Proyecto cumple con la legislación que rige los niveles federal, estatal y municipal. Es compatible con lo establecido por los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicables; el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) a nivel federal, así como con las Normas Oficiales Mexicanas y los Reglamentos de las Leyes aplicables.

De igual manera, todas las actividades de construcción se realizarán en apego al cumplimiento de las normas, códigos, legislación y recomendaciones en materia de protección ambiental y equilibrio ecológico, de acuerdo al análisis realizado sobre la normatividad federal, estatal y municipal y su vinculación con el Proyecto y tomando en cuenta las obligaciones ambientales legales que se desprenden de las leyes analizadas.

Con la llegada de nuevas tecnologías y prácticas asociadas a la energía solar, los programas de capacitación y desarrollo de habilidades se vuelven cruciales. El Proyecto puede fomentar programas de capacitación para que los trabajadores locales adquieran las competencias necesarias para participar no solo en El Mezquital, sino también en otros proyectos similares y sectores tecnológicos. Esto ayuda a elevar el nivel educativo y profesional de la población local.

Al fomentar una fuente de energía limpia y renovable, el proyecto ayuda a educar y sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de la sostenibilidad ambiental. Este tipo de proyectos puede servir como modelo para futuras iniciativas verdes en la región y motivar a las comunidades y empresas locales a adoptar prácticas más sostenibles.

El Proyecto tiene el potencial de generar beneficios sociales significativos a través de la inversión social. Proyectos complementarios en infraestructura, educación y salud pueden mejorar la calidad de vida de los residentes locales y aumentar el apoyo comunitario al proyecto.

Tomando esto en cuenta, la construcción y puesta en marcha de El Mezquital representa grandes beneficios a diferentes niveles sociales, tanto a nivel local, como regional e incluso nacional, al representar un paso más en la carrera a favor de revertir los efectos del cambio climático y el avance en el proceso de descarbonización que se espera para el 2050.

Por lo tanto, se concluye que las actividades y obras para el desarrollo del proyecto El Mezquital, pueden llevarse a cabo de manera segura al haber sido incorporadas las estrategias, tecnologías y medidas de control, mitigación y compensación propuestas para cada impacto identificado.

Consulta Pública

**8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ..... 566**

8.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN ..... 566

8.1.1 CARTOGRAFÍA ..... 566

8.1.2 FOTOGRAFÍAS ..... 566

8.1.3 VIDEOS ..... 566

8.2 OTROS ANEXOS ..... 566

8.3 LITERATURA CITADA ..... 569

Consulta Pública

# 8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## 8.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional ha sido elaborada conforme a la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional publicada en el año 2022 y autorizada por SEMARNAT.

Las metodologías usadas para cada inciso dentro de los capítulos del presente documento se describen en ellos y se citan las fuentes de donde fueron tomados

### 8.1.1 Cartografía

Los archivos digitales pertinentes se incluyen dentro de los anexos 2, 3 y 4 del presente documento.

### 8.1.2 Fotografías

El Anexo fotográfico se encuentra en el anexo del capítulo 4 del presente documento.

### 8.1.3 Videos

Para este proyecto no fue necesario implementar este tipo de evidencia.

## 8.2 OTROS ANEXOS

**Anexo 1. Documentación Legal**

- Datos Protegidos por la LFTAIPG

**Anexo 2. Proyecto**

- 2.1 Cartografía
  - 2.1.1 Localización (mapa)
  - 2.1.2 Implantación (mapa)
  - 2.1.3 Obras Temporales (mapa)
  - 2.1.4 Obras Permanentes (mapa)
  - 2.1.5 Áreas de exclusión (mapa)
  - 2.1.6 Servidumbre de Paso (mapa)
- 2.2 Superficies
  - 2.2.1 Superficies (archivo digital)
- 2.3 Coordenadas (archivos digitales)
- 2.4 Cronograma de trabajo
  - 2.4.1 Cronograma (archivo digital)

Consulta Pública

**Anexo 3. Área de importancia**

- 3.1 POEGT (mapa)
- 3.2 PEDUOET (mapa)
- 3.3 Programa San Miguel (mapa)
- 3.4 Áreas Naturales Protegidas (ANP) (mapa)
- 3.5 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) (mapa)
- 3.6 Sitios RAMSAR (mapa)
- 3.7 Regiones Terrestres Prioritarias (mapa)
- 3.8 Regiones Hidrológicas Prioritarias (mapa)
- 3.9 Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (mapa)

**Anexo 4. Mapas**

- 4.1 Sistema Ambiental Regional (SAR) (mapa)
- 4.2 Delimitación SAR - AIP (mapa)
- 4.3 Medio físico
    - 4.3.1 Unidades climáticas (mapa)
    - 4.3.2 Temperatura (mapa)
    - 4.3.3 Precipitación (mapa)
    - 4.3.4 Provincias Fisiográficas (mapa)
    - 4.3.5 Subprovincias Fisiográficas (mapa)
    - 4.3.6 Topoformas (mapa)
    - 4.3.7 Edafología (mapa)
    - 4.3.8 Degradación de Suelo (mapa)
    - 4.3.9 Cuencas Hidrológica (mapa)
    - 4.3.10 Subcuencas Hidrográficas (mapa)
    - 4.3.11 Red Hidrográfica por Condición en el SAR (mapa)
    - 4.3.12 Acuíferos (mapa)
- 4.4 Riesgos
    - 4.4.1 Bajas Temperaturas (mapa)
    - 4.4.2 Ciclones Tropicales (mapa)
    - 4.4.3 Granizadas (mapa)
    - 4.4.4 Sequias (mapa)
    - 4.4.5 Inundaciones (mapa)
    - 4.4.6 Fallas y Fracturas (mapa)
    - 4.4.7 Regionalización Sísmica (mapa)
    - 4.4.8 Hundimientos y Deslizamientos (mapa)
    - 4.4.9 Volcanes Activos (mapa)
- 4.5 Vegetación y Flora
    - 4.5.1 Estimación tamaño de muestra (archivo digital)
    - 4.5.2 Muestra Vegetación SAR (mapa)
    - 4.5.3 Muestra Vegetación AIP (mapa)

Consulta Pública

    - 4.5.4 Muestra Vegetación AP (mapa)
    - 4.5.5 Curva de acumulación de especies (CAE) (archivos digitales)
    - 4.5.6 Uso de Suelo y Vegetación SAR (Mapa)
    - 4.5.7 Vegetación Actual SAR (mapa)
    - 4.5.8 Parámetros Cuantitativos SAR (archivo digital)
    - 4.5.9 Uso de Suelo y Vegetación AIP (mapa)
    - 4.5.10 Vegetación Actual AIP (mapa)
    - 4.5.11 Parámetros Cuantitativos AIP (archivo digital)
    - 4.5.12 Uso de Suelo y Vegetación AP (mapa)
    - 4.5.13 Vegetación Actual AP (mapa)
    - 4.5.14 Parámetros Cuantitativos AP (archivo digital)
    - 4.5.15 Índices de similitud (archivos digitales)
- 4.6 Fauna
    - 4.6.1 Estimación tamaño de muestra (archivo digital)
    - 4.6.2 Muestreo Fauna SAR (mapa)
    - 4.6.3 Muestreo Fauna AIP (mapa)
    - 4.6.4 Muestreo Fauna AP (mapa)
    - 4.6.5 Curva de acumulación de especies (CAE) (archivos digitales)
    - 4.6.6 Números de Hill (archivo digital)
    - 4.6.7 Memoria de cálculo parámetros cuantitativos (archivo digital)
    - 4.6.8 Índices de Similitud (archivo digital)
- 4.7 Sociodemográfico
    - 4.7.1 Regiones Indígenas (mapa)
- 4.8 Diagnostico Ambiental (mapa)
- 4.9 Anexo fotográfico

**Anexo 5. Impactos**

- 5.1 Checklist
- 5.2 Matriz de Impacto
- 5.3 Matriz de Impactos Residuales

**Anexo 6. Programas**

- 6.1 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)
- 6.2 Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria
- 6.3 Programa de Conservación de Suelo y Agua
- 6.4 Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre
- 6.5 Programa de Manejo Integral de Residuos
- 6.6 Obras de Conservación de suelo y agua
- 6.7 Programa de Reforestación
- 6.8 Programa de Rescate y Reubicación de Flora

Consulta Pública

## 8.3 LITERATURA CITADA


Abad-Soria, J. & García-Quiroga, F. (2006) *Análisis y valoración del paisaje en las sierrras de la Paramera y la Serrota* (Ávila). 97–119.

Aguiló-Alonso, M. (1981) Metodologia para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje. Universidad Politécnica de Madrid

Albert, S., Wolfe, J.D., Kellerman, J., Sherry, T., Stutchbury, B.J.M., Bayly, N.J. & Ruiz-Sánchez, A. (2020) Habitat ecology of Nearctic–Neotropical migratory landbirds on the nonbreeding grounds. *Ornithological Applications* 122: 1–18. https://doi.org/10.1093/condor/duaa055

Anon (1992) *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. Monografías de la Secretaría del Estado para las Políticas del Agua y del Medio Ambiente, España

Anon (2020) México, país predilecto para aves migratorias.

Anon Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. Escala 1: 250 000. Serie II.

BANXICO, B. de M. (2020) Estructura de información (SIE, Banco de México*). Sistema de Información Económica*. Available from: https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=1&accion=consultarCuadro&idCuadro=CE166&locale=es

Benayas-Álamo, J. (1992) *Paisaje y educación ambiental: evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno.* MOPT, Madrid, España. 241 pp.

Berlanga, H. & Rodríguez, V. Las aves migratorias: a prueba de muros. *Especies*: 16–23.

Blanco-Andray, A. (1979) La definición de unidades de paisaje y su clasificación en la provincia de Santander. Universidad Politécnica de Madrid

Boddicker, M., Rodríguez, J.J. & Amanzo, J. (2002) Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. *Environmental Monitoring and Assessment* 76: 105–123. https://doi.org/10.1023/A:1015225022101

Bouza, C.N. & Covarrubias, D. (2005) Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. *Revista Investigación Operacional* 26: 187–197.

Canter*Manual de evaluación de impacto ambiental, técnicas para la elaboración de los estudios de impacto*. McGraw Hill, España. 841 pp.

Celis-de la Rosa, A. de J. & Labrada-Martagón, V. (2014) *Bioestadística*. Tercera edición. Manual Moderno, Ciudad de México, México. 337 pp.

Chao, A. & Chiu, C.-H. (2016) Species Richness: Estimation and Comparison. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*. American Cancer Society, pp. 1–26.

Chao, A. (1987) Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43: 783–791. https://doi.org/10.2307/2531532


Consulta Pública

Cifuentes-Vega, P. (1979) La calidad visual de unidades territoriales. Universidad Politécnica de Madrid

Claudia E. Moreno, Felipe Barragán, Eduardo Pineda, & Numa P. Pavón (2011) Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249–1261.

Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 345: 101–118. https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091

Colwell, R.K., Xuan-Mao, C. & Chang, J. (2004) Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85: 2717–2727. https://doi.org/10.1890/03-0557

Comisión Nacional del Agua, CONAGUA (2024) *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero San Miguel Allende (1107), estado de Guanajuato*.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021a) Registros de ejemplares de anfibios.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021b) Registros de ejemplares de aves.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021c) Registros de ejemplares de mamiferos.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2021d) Registros de ejemplares de reptiles.

CONABIO ¿Qué es un corredor biológico? *Biodiversidad Mexicana*. Available from: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/que-es-corredor (March 6, 2025)

CONAPO, C.N. de P. (2021) Índices de Marginación | CONAPO. Available from: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones (March 3, 2021)

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES (2017) Apéndices I, II y III. 1–76pp.

Cottam, G. & Curtis, J. (1956) The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451–460. https://doi.org/10.2307/1930167

Curtis, J. & McIntosh, R. (1950) The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 313: 434–455. https://doi.org/10.2307/1931497

Diario Oficial de la Federación (2015) *NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales*.

Dice, L.R. (1945) Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology* 26: 297–302. https://doi.org/10.2307/1932409

Consulta Pública

Dice, L.R. (1945) Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology* 26: 297–302. https://doi.org/10.2307/1932409

Efron, B. (1987) Better Bootstrap confidence intervals. *Journal of the American Statistical Association* 82: 171–185. https://doi.org/10.2307/2289144

Escalante, T. (2009) Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 551–560. http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.002.627

Escribano, M. (1991) *El paisaje*. Ministerio de fomento. 216 pp.

Fernández-Cañadas (1977) El paisaje en la planificación física. Aproximación sistemática a su valoración. Universidad Politécnica de Madrid

Figueroa, S.B, A. Amante, O., H.G. Cortés, T., J. Pimentel, L., E.S. Osuna, C., Rodríguez, O.J.M & Morales, F.F.J. (1991) *Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos*/Colegio de Postgraduados-Centro regional para estudios de zonas áridas y semiáridas. México. 150 pp.

Fleming, P.A. (2025) All that glitters – Review of solar facility impacts on fauna. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 224: 115995. https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.115995

Flores-Villela, O. & García-Vázquez, U.O. (2014) Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 467–475. http://dx.doi.org/10.7550/rmb.43236

Fox, J. & Bouchet-Valat, M. (2020) *Rcmdr: R Commander*.

Fox, J. (2005) The R commander: a basic-statistics graphical user interface to R. *Journal of Statistical Software* 14: 1–42.

Fox, J. (2017) *Using the R commander: a point-and-click interface for R*. Chapman and Hall/CRC Press, Boca Ratón, Florida, E.U.A.

Gallina-Tessaro, S. & López-González, C.A. (2011) *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Instituto de Ecología, A.C. /Universidad de Querétaro, Querétaro, Querétaro, México. 377 pp.

Gallina-Tessaro, S. (2015) *Manual de Técnicas del Estudio de la Fauna*. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México. 210 pp.

García Romero, A. & Muñoz Jiménez, J. (2002) *El paisaje en el ámbito de la geografía*. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico D.F.

García, E. (2004) *Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen.* Instituto de Geografía de la Universidad Autónoma de México, México D.F.

Gill, F.B. (2007) *Ornithology*. Tercera edición. W. H. Freeman & Company, New York, E.U.A.

Gobierno de México (2025) Secretaría de Bienestar *Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030*. 1–13pp.

Gobierno del Estado de Guanajuato (2000) Periódico Oficial *Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato*. 1–70pp.

Consulta Pública

Gobierno del Estado de Guanajuato (2013) Periódico Oficial Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios. 1–70pp.

Gobierno del Estado de Guanajuato (2014) *Periódico Oficial Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato* 2040.

Gobierno del Estado de Guanajuato (2019) *Periódico Oficial Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado y los Municipios de Guanajuato*. 1–19pp.

Gobierno del Estado de Guanajuato (2024) *Periódico Oficial Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2050*. 1–256pp.

Gobierno del Estado de Guanajuato (2025) *Periódico Oficial Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato*. 1–34pp.

Gobierno Municipal de San Miguel de Allende (1992) Periódico Oficial Reglamento de la Comisión Municipal de Ecología del Municipio de Allende, Guanajuato. 1–8pp.

Gobierno Municipal de San Miguel de Allende (2019) Periódico Oficial Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato, 2019-2040.

Gobierno Municipal de San Miguel de Allende (2020) *Periódico Oficial Reglamento de Medio Ambiente y Sustentabilidad del Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato*. 1–57pp.

Gobierno Municipal de San Miguel de Allende (2024) *Periódico del Estado Programa de Gobierno Municipal 2024 – 2027 de San Miguel de Allende, Guanajuato*. 1–272pp.

Gómez-Mendoza, J., Mata-Olmos, R., Sanz-Herraiz, C., Galiana-Martín, L., Manuel-Valdés, C. & Molina-Holgado, P. (2003) Los paisajes de Madrid: naturaleza y medio rural. 1: 302.

González-Medrano, F. (2003) *Las comunidades vegetales de México*. INE-SEMARNAT, Ciudad de México, México. 77 pp.

Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379–391.

H. Congreso de la Unión (1917) *Diario Oficial de la Federación Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. 1–349pp.

H. Congreso de la Unión (1988) *Diario Oficial de la Federación Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. 1–159pp.

H. Congreso de la Unión (2000a) *Diario Oficial de la Federación Ley General de Vida Silvestre*. 1–71pp.

H. Congreso de la Unión (2000b) *Diario Oficial de laFederación Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental*. 1–29pp.

H. Congreso de la Unión (2003) *Diario Oficial de la Federación Ley General Para la Prevención y Gestion Integral de los Residuos*. 1–56pp.

Consulta Pública

H. Congreso de la Unión (2006) *Diario Oficial de la Federación Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. 1–63pp.

H. Congreso de la Unión (2012) *Diario Oficial de la Federación Ley General de Cambio Climático*. 1–49pp.

H. Congreso de la Unión (2018) *Diario Oficial de la Federación Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. 1–103pp.

H. Congreso de la Unión (2020) *Diario Oficial de la Federación Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. 1–87pp.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001) PAST: Paleotological statistics software package education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1–9.

Hijmans, R.J., Phillips, S., Leathwick, J. & Elith, J. (2020) *dismo: Species Distribution Modeling*.

Hill, M.O. (1973) Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology* 54: 427–432. https://doi.org/10.2307/1934352

INEGI (2020a) Censo de Población y Vivienda 2020. *INEGI*. Available from: https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=11 (August 29, 2018)

INEGI (2020b) Censo Población y Vivienda 2020. Available from: https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=11

INEGI (2021) Panorama sociodemográfico de Guanajuato 2020. *Panorama sociodemográfico de México*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México) (1980) *Síntesis de Información Geográfica del estado de Guanajuato*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México) (1998) Estudio hidrológico del estado de Guanajuato. *Instituto Nacional de estadística*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2021) *Guía para la interpretación de cartografía Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250, 000*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, México. 268 pp.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (1999) *Diccionario de Datos Edafológicos (Vectorial) Escala 1:1 000 000*. Sistema Nacional de Información Geográfica, México D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2001a) Diccionario de datos climáticos: Vectorial: escalas 1:250,000 y 1:1’000,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2001b) Diccionario de Datos Fisiográficos (Vectorial) Escala 1:1 000 000. Sistema Nacional de Información Geográfica, México D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2008) Diccionario de datos topográficos. Escala 1:20,000. Versión 2.

Consulta Pública

Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (2018) Atlas de los Pueblos Indígenas de México. *Atlas de los Pueblos Indígenas de México*. *INPI*. Available from: http://atlas.inpi.gob.mx/ (February 3, 2021)

ITIS (2022) Integrated Taxonomic Information System. Available from: https://www.itis.gov/

IUCN (2012) *Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN*. Segunda edición. IUCN, Gland, Switzerland

IUSS Working Group WRB (2015) *Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos.* FAO. Roma. Informes sobre recursos mundiales de suelos

Jaccard, P. (1908) Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bulletin de la Societe Vaudoise des Sciences Naturelles* 44: 223–270. https://doi.org/10.5169/seals-268384

JSTOR Global Plants on JSTOR. Available from: https://plants.jstor.org/

Julius, F. (1978) Planning and landscape evaluation.

Kindt, R. & Coe, R. (2005) *Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies*. World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya

Llorente-Bousquets, J. & Ocegueda, S. (2008) Estado del conocimiento de la biota. In: S. Contreras, F. Chiang, & N. Papavero (eds.) *Capital natural de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México, pp. 283–322.

Long, J.A. & Gordon, M.S. (2004) The greatest step in vertebrate history: A paleobiological review of the fish-tetrapod transition. *Physiological and Biochemical Zoology* 77: 700–719. https://doi.org/10.1086/425183

Lou Jost (2006) Entropy and diversity. *Oikos* 113: 363–375. https://doi.org/10.1111/J.2006.0030-1299.14714.X

Magurran, A.E. & McGill, B.J. (2011) *Biological Diversity. Frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press

Magurran, A.E. (1988) *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, New Jersey, E.U.A. 179 pp.

Martí-Vargas, J. & Pérez-González, J. (2001) Estudio de la fragilidad del paisaje como una herramienta para el análisis de la ordenación ambiental del territorio

Matteucci, S.D. & Colma, A. (1982) *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Coro, Estado Falcón, Venezuela. 77 pp.

McCrary, M.D., McKernan, R.L., Schreiber, R.W., Wagner, W.D. & Sciarrotta, T.C. (1986) Avian Mortality at a Solar Energy Power Plant. *Journal of Field Ornithology* 57: 135–141.

Consulta Pública

McRoberts, R.E., Tomppo, E.O. & Czaplewski, R.L. (2015) Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales. *SLU-FAO*: 1–21.

Milton, J.S. (2007) *Estadística para Biología y Ciencias de la Salud*. Tercera edición. McGraw Hill, Madrid, España. 722 pp.

Miranda, F. & Hernández-X., E. (1963) *Los tipos de vegetación de México y su clasificación*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29–179. https://doi.org/10.17129/botsci.1084

Miranda, F. & Hernández-X., E. (2014) *Los tipos de vegetación de México y su clasificación*. Primera edición, conmemorativa del cincuentenario de la primera. Sociedad Botánica de México / Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, México. 220 pp.

Missouri Botanical Garden Tropicos - Home. Available from: https://tropicos.org/home

Montes-León et al. (2011) Mapa Nacional de Erosión Potencial. II: 5–17.

Morisita, M. (1962) I σ-Index, a measure of dispersion of individuals. *Researches on Population Ecology* 4: 1–7. https://doi.org/10.1007/BF02533903

Morrone, J.J. (2005) Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76: 207–252. http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2005.002.303

Morrone, J.J. (2019) Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90: 1–68. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980

Morrone, J.J. (2019a) Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90: 1–68. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980

Morrone, J.J. (2019b) Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad 90*: 1–68. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980

Morrone, J.J., Escalante, T. & Rodríguez-Tapia, G. (2017) Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. *Zootaxa* 4277: 277–279. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2.8

Morrone, J.J., Espinosa-Organista, D. & Llorente-Bousquets, J. (2002) Mexican biogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zoológica Mexicana* 85: 83–108.

Morrone, J.J., Espinosa-Organista, D., Aguilar-Zúñiga, C. & Llorente-Bousquets, J. (1999) Preliminary classification of the Mexican Biogeographic Provinces: a parsimony analysis of endemicity based on plant, insect, and bird taxa. *The Southwestern Naturalist* 44: 507–514. https://doi.org/10.2307/3672351

Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. (1974) *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley, New York, E.U.A. 547 pp.

Consulta Pública

Navarro-Sigüenza, A.G., Rebón-Gallardo, Ma.F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A.T., Berlanga-García, H. & Sánchez-González, L.A. (2014) Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 476–495. https://doi.org/10.7550/rmb.41882

Ochoa-Ochoa, L.M., Munguía, M., Lira-Noriega, A., Sánchez-Cordero, V., Flores-Villela, O., Navarro-Sigüenza, A. & Rodríguez, P. (2014) Spatial scale and β-diversity of terrestrial vertebrates in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 918–930. https://doi.org/10.7550/rmb.38737

Olvera-Vargas, M., Moreno-Gómez, S. & Figueroa-Rangel, B. (1996) *Sitios permanentes para la investigación silvícola, manual para su establecimiento*. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Zapopan, Jalisco, México. 55 pp.

Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. & Mendoza-Almeralla, C. (2014) Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 460–466. https://doi.org/10.7550/rmb.32027

Pielou, E.C. (1975) *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons, Inc., New York, E.U.A. 165 pp.

Poder Legislativo (2025) Diario Oficial de la Federación Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad; la Ley de la Empresa Pública del Estado, Petróleos Mexicanos; la Ley del Sector Eléctrico; la Ley del Sector Hidrocarburos; la Ley de Planeación y Transición Energética; la Ley de Biocombustibles; la Ley de Geotermia y, la Ley de la Comisión Nacional de Energía; se reforman diversas disposiciones de la Ley del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo y, se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. 1–258pp.

R Core Team (2020) *R: A lenguage and enviroment for statical computing*. The R Foundation for Statical Computing, Viena, Austria. S

Ramírez-Mateos, J.A., Félix, J.P. & Lenk, H. (1899) *La vegetación de México: recopilación y análisis de las principales clasificaciones propuestas*. Oficina Tip. de la Secretaria de Fomento, Ciudad de México, México. 271 pp.

Raunkiaer, C.C. (1934) *The life forms of plants and statistical plant geography*. Clarendon Press, Oxford, United Kingdom. 632 pp.

Rebecca A. Kagan, Tabitha C. Viner, Pepper W. Trail, & Edgar O. Espinoza Avian Mortality at Solar Energy Facilities in Southern California: A Preliminary Analysis | PDF | Solar Energy | Birds. Available from: https://es.scribd.com/document/217096238/Avian-Mortality-At-Solar-Energy-Facilities-in-Southern-California-A-Preliminary-Analysis (July 31, 2025)

Robert Diehl & Bruce Robertson (2024) Investigating the “Lake Effect” Influence on Avian Behavior From California’s Utility-Scale Photovoltaic Solar Facilities.

Rzedowski, J. (1957) Vegetación de las partes arídas de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. *Revista de la Sociedad Mexicanade Historia Natural* 18: 49–101.

Consulta Pública

Rzedowski, J. (1978) *Vegetación de México*. Limusa S.A., Ciudad de México, México. 432 pp.

Rzedowski, J. (1991) Diversidad y orígenes de la flora fanerógamica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3–21.

Rzedowski, J. (2006a) Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México. 504 pp.

Rzedowski, J. (2006b) *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México. 504 pp.

SAGARPA-INIFAP (2007) Predicción de riesgo a la erosión hídrica.

Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J.J., Gómez-Rodríguez, R.A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G. & Rodríguez-Moreno, Á. (2014) Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 496–504. https://doi.org/10.7550/rmb.31688

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1993a) Diario Oficial de la Federación *Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNATA-1993 que Establece el Procedimiento para Llevar a Cabo la Prueba de Extracción Para Determinar Los Constituyentes Que hacen a un Residuo Peligroso por su Toxicidad al Ambiente*. 1–24pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1993b) Diario Oficial de la Federación *Norma Oficial Mexicana 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*. 1–37pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1995) Diario Oficial de la Federación *Norma Oficial Mexicana 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*. 1–10pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2005) Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana 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 diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2006) Diario Oficial de la Federación *Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013a) *Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos*

Consulta Pública

*permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013b) *Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana 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*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015) *Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana 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*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018a) *Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2017,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 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*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018b) *Diario Oficial de la Federación Norma Oficial Mexicana 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.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales P*rograma de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG)*. gob.mx. Available from: http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg (March 17, 2021)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2010) Diario Oficial de la Federación *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*. 1–77pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2017) *Guía para la elaboración de Estudios Técnicos Justificativos*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, Ciudad de México, México. 61 pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2017) *Guía para la elaboración de Estudios Técnicos Justificativos*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, Ciudad de México, México. 61 pp.

Consulta Pública

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2020) Diario Oficial de la Federación *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.* 32–134pp.

Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949) *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Illinois, E.U.A.

Sherwin, W.B. & Fornells, N.P. i (2019) The introduction of entropy and information methods to ecology by Ramon Margalef. *Entropy* 21: 1–9. http://dx.doi.org/10.3390/e21080794

Simpson, E.H. (1949) Measurement of diversity. *Nature* 163: 688. https://doi.org/10.1038/163688a0

Sistema Nacional de Información Municipal (2020) SNIM. Available from: http://www.snim.rami.gob.mx/ (February 3, 2021)

Smith, E.P. & van Belle, G. (1984) Nonparametric Estimation of Species Richness. *Biometrics* 40: 119–129. https://doi.org/10.2307/2530750

Soberón, J. & Nakamura, M. (2009) Niches and distributional areas: Concepts, methods, and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 19644–19650. https://doi.org/10.1073/pnas.0901637106

Soberón-M, J. & Llorente-Bousquets, J. (1993) The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7: 4480–488. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x

Society, N.A. (2022) Odiseas Aéreas. *ArcGIS StoryMaps*. Available from: https://storymaps.arcgis.com/stories/3da69c92086740c58bc2bdb3538f57b4 (May 31, 2024)

Sørensen, T. (1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab* 5: 1–34.

Sosa, V. & Gómez-Pompa, A. (1994) *Lista florística*. Instituto de Ecología, A.C. y la Universidad de California, Xalapa, Veracruz, México. 245 pp.

Suprema Corte de Justicia de la Nación (2014) Protocolo de actuación para quienes imparten justicia en casos que involucren derechos de personas, comunidades o pueblos indígenas.

Turc, L. (1961) *Water requirements assessment of irrigation, potential evapotranspiration: Simplified and updated climatic formula. Annales Agronomiques* 12: 13–49.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN (2020) The IUCN Red List of Threatened Species. *IUCN Red List of Threatened Species*. Available from: https://www.iucnredlist.org/en

Consulta Pública

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN (2023) The IUCN Red List of Threatened Species. *IUCN Red List of Threatened Species*. Available from: https://www.iucnredlist.org/en

Valdivieso-Taborga, C.E., Valdivieso-Castellón, R. & Valdivieso-Taborga, O.Á. (2011) Determinación del tamaño muestreal mediante el uso de árboles de decisión. *UPB-Investigación y Desarrollo* 11: 148–176.

Vanclay Frank, Esteves, A.M, & Franks, D (2015) *Evaluacion de Impacto Social: Lineamientos para la evaluación y gestión de impactos sociales en proyectos*. Fargo, Dakota del Norte

Villaseñor, J.L. & Ortíz, E. (2014) Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 134–142. http://dx.doi.org/10.7550/rmb.31987

Villaseñor, J.L. (2003) Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28: 160–167.

Villaseñor, J.L. (2016) Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 559–902. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017

Villaseñor, J.L., Maeda, P., Rosell, J.A. & Ortiz, E. (2007) Plant families as predictors of plant biodiversity in Mexico. *Diversity and Distributions* 13: 871–876. https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00385.x

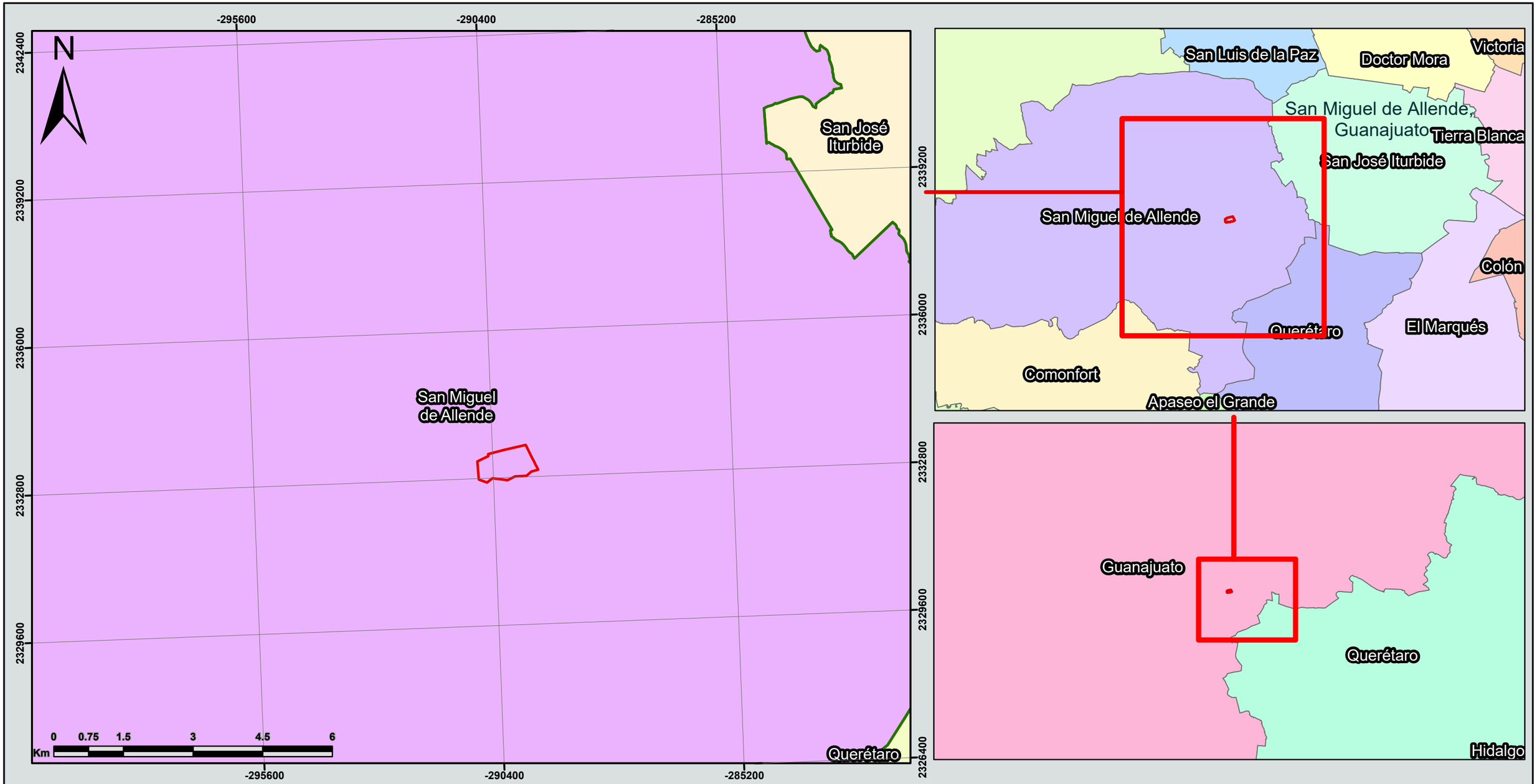
Wackerly, D.D., Mendenhall-III, W. & Scheaffer, R.L. (2010) *Estadística matemática con aplicaciones*. séptima edición. CENGAGE Learning, Ciudad de México, México. 911 pp.

Walston, L.J., Rollins, K.E., LaGory, K.E., Smith, K.P. & Meyers, S.A. (2016) A preliminary assessment of avian mortality at utility-scale solar energy facilities in the United States. *Renewable Energy* 92: 405–414. https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.041

Wilson, S.J. and R.U. Cooke (1980) Wind erosion. Soil Erosion. Chichester, pp. 217–251.

Woodruff, N.P & Siddoway, F.H. (1965) *A wind erosion equation. Soil Science Society Proceedings* 29: 602–608.

Consulta Pública




**El Mezquital**

San Miguel de Allende, Guanajuato

**Localización**

E s c a l a

1:80,000

Simbología

Fuente: Elaboración Propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Projección: UTM.

Límites Estatales
Límites Municipales
Área del Proyecto (AP)
Área del Proyecto

GRENERGY

335000

336000

N

2315000

2315000

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4

Km

335000

336000

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Implantación

### Simbología

- Área del Proyecto
- Paneles
- Subestación Elevadora
- Oficinas
- Estaciones de media tensión
- Caminos internos
- Permiso de Paso
- Franja afectación del gasoducto
- Red de Media Tensión
- BESS
- Zona Federal
- Área Sin Infraestructura
- Maniobras
- Obras Temporales

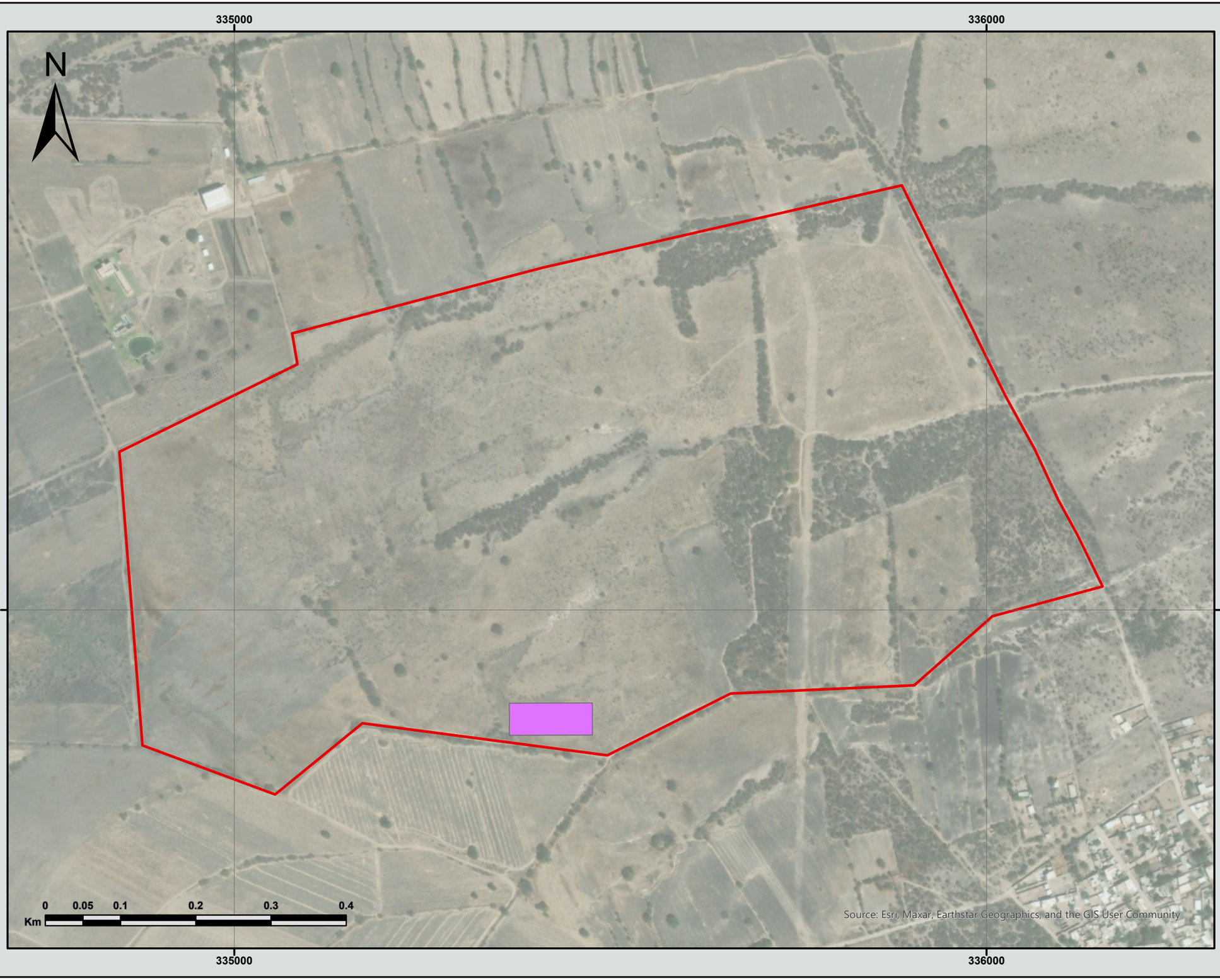



### Escala

1:5,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Obras Temporales

Simbología

- Área del Proyecto
- Obras Temporales




## Escala

1:5,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

335000

336000

N

2315000

2315000

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4

Km

Vantor

335000

336000

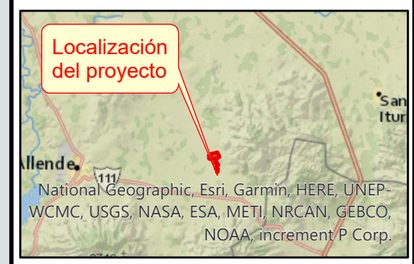
# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Obras Permanentes

Simbología

- Área del Proyecto
- Paneles
- Subestación Elevadora
- Oficinas
- Estaciones de media tensión
- Caminos internos
- Permiso de Paso
- Red de Media Tensión
- BESS
- Maniobras

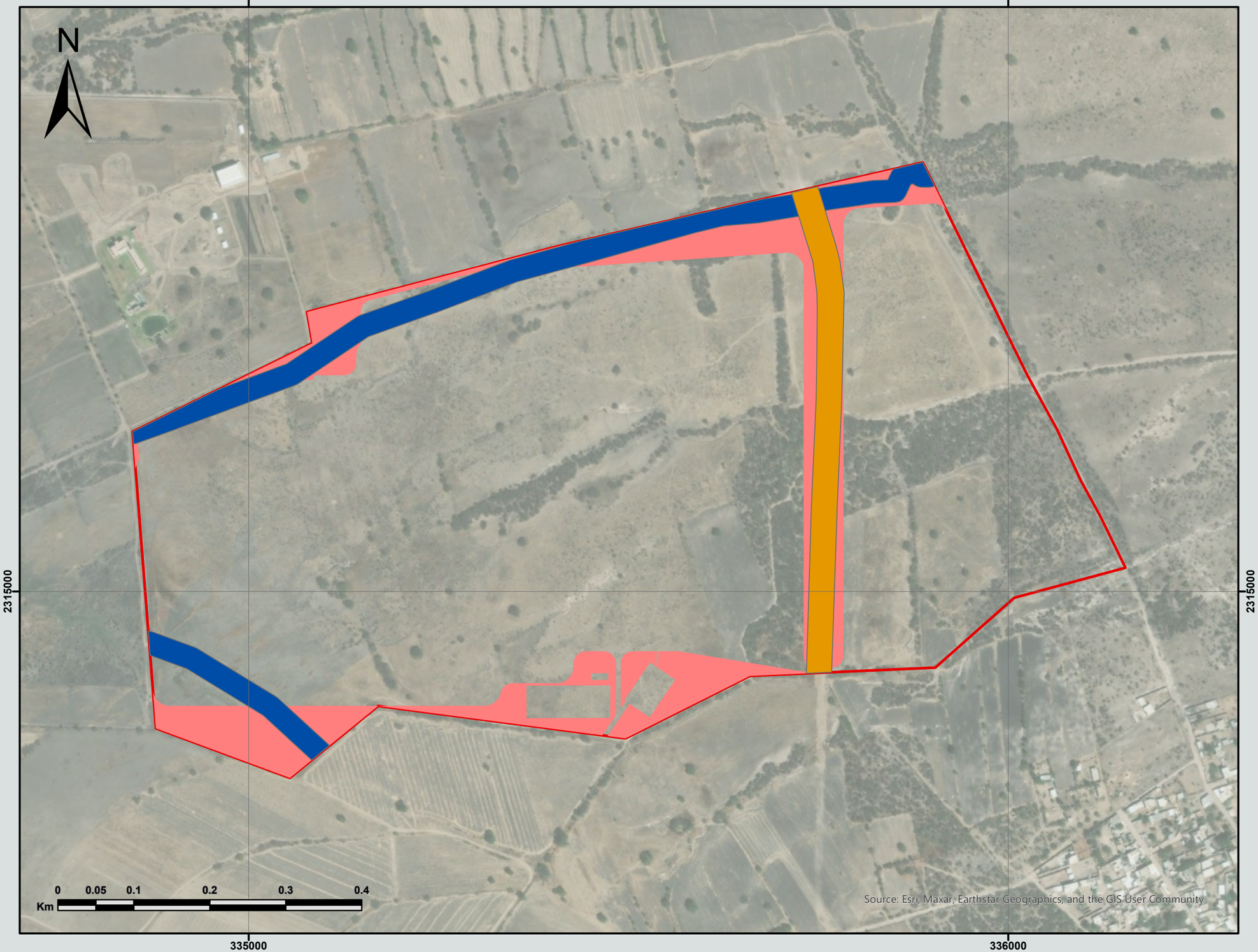



**Escala**

1:5,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Área de Exclusión

Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Zona Federal
- Franja afectación del gasoducto
- Área Sin Infraestructura

## Escala

1:5,000

Fuente: Elaboración Propia
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

| Superficies El Mezquital | | |
|---|---|---|
| **ÁREA** | **m²** | **ha** |
| **AP** | 691,456 | 69.15 |

| Área del proyecto (AP) | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **m²** | **ha** | **Porcentaje con respecto al área del proyecto (AP)** |
| Obras y Maniobras | 570,652 | 57.07 | 82.53% |
| Área de Exclusión | 120,804 | 12.08 | 17.47% |
| **Área del proyecto (AP)** | **691,456** | **69.15** | **100.00%** |

| Obras temporales | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **m²** | **ha** | **Porcentaje con respecto al área del proyecto (AP)** |
| Área temporal | 4,702 | 0.470 | 0.68 |
| **Total** | **4,702** | **0.470** | **0.68** |

| Obras Permanentes | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **m²** | **ha** | **Porcentaje con respecto al área del proyecto (AP)** |
| Paneles solares | 167,432 | 16.743 | 24.21 |
| Caminos Internos | 42,555 | 4.256 | 6.15 |
| Estaciones de Media Tensión | 1,655 | 0.165 | 0.24 |
| SE Elevadora | 2,400 | 0.240 | 0.35 |
| Área BESS | 3,029 | 0.303 | 0.44 |
| DDV RMT | 768 | 0.077 | 0.11 |
| Oficinas | 200 | 0.020 | 0.03 |
| Área de maniobras | 347,911 | 34.791 | 50.32 |
| **Total** | **565,951** | **56.60** | **81.85** |

| Con Infraestructura | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **m²** | **ha** | - |
| Área temporal | 4,702 | 0.47 | 0.68 |
| Paneles solares | 167,432 | 16.74 | 24.21 |
| Caminos Internos | 42,555 | 4.26 | 6.15 |
| Estaciones de Media Tensión | 1,655 | 0.17 | 0.24 |
| SE Elevadora | 2,400 | 0.24 | 0.35 |
| Área BESS | 3,029 | 0.30 | 0.44 |
| DDV RMT | 768 | 0.08 | 0.11 |
| Oficinas | 200 | 0.02 | 0.03 |
| Área de maniobras | 347,911 | 34.79 | 50.32 |
| **Total** | **570,652** | **57.07** | **82.53** |

| Sin Infraestructura (Área de Exclusión) | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **m²** | **ha** | - |
| Área sin infraestructura | 60,200 | 6.0200 | 8.706 |
| Zona Federal Escurrimientos | 39,778 | 3.9778 | 5.753 |
| Gasoducto | 20,826 | 2.0826 | 3.012 |
| **Total** | **120,804** | **12.0804** | **17.47** |

| Servidumbre de Paso | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **m²** | **ha** | **Porcentaje con respecto al área del proyecto (AP)** |
| Servidumbre de Paso | 245 | 0.024 | 0.04 |
| **Total** | **245** | **0.024** | **0.04** |

| Área de Restricciones | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **m²** | **ha** | - |
| Zona Federal Escurrimientos | 39,778 | 3.9778 | 5.753 |
| Gasoducto | 20,826 | 2.0826 | 3.012 |
| **Total** | **60,604** | **6.0604** | **8.76** |

| Tramos de la red de media tensión | | | |
|---|---|---|---|
| **Descripción** | **m²** | **ha** | - |
| Tramo Soterrado | 523 | 0.0523 | 0.076 |
| Tramo Aéreo | 245 | 0.0245 | 0.035 |
| **Total** | **768** | **0.0768** | **0.11** |

| Superficies por Tipo de Vegetación | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **m²** | **ha** | **Vegetación** | **m²** | **ha** | **Porcentaje** |
| Área temporal | 4,702 | 0.47 | Asociación Arvenses | 4,647 | 0.46 | 0.68 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 55 | 0.01 | 0.00 |
| Paneles solares | 167,432 | 16.74 | Asociación Arvenses | 61,815 | 6.18 | 24.21 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 94,339 | 9.43 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 11,279 | 1.13 | 0.00 |
| Caminos Internos | 42,555 | 4.26 | Asociación Arvenses | 20,267 | 2.03 | 6.15 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 19,641 | 1.96 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 2,470 | 0.25 | 0.00 |
| | | | Sin vegetación | 177 | 0.02 | 0.00 |
| Estaciones de Media Tensión | 1,655 | 0.17 | Asociación Arvenses | 1,022 | 0.10 | 0.24 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 633 | 0.06 | 0.00 |
| SE Elevadora | 2,400 | 0.24 | Asociación Arvenses | 2,400 | 0.24 | 0.35 |
| Área BESS | 3,029 | 0.30 | Asociación Arvenses | 3,029 | 0.30 | 0.44 |
| DDV RMT | 768 | 0.08 | Asociación Arvenses | 469 | 0.05 | 0.11 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 280 | 0.03 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 20 | 0.00 | 0.00 |
| Oficinas | 200 | 0.02 | Asociación Arvenses | 200 | 0.02 | 0.03 |
| Área de maniobras | 347,911 | 34.79 | Asociación Arvenses | 146,657 | 14.67 | 50.32 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 180,093 | 18.01 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 21,161 | 2.12 | 0.00 |
| Área sin infraestructura | 60,200 | 6.0200 | Asociación Arvenses | 42,704 | 4.27 | 8.71 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 14,564 | 1.46 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 2,932 | 0.29 | 0.00 |
| Zona Federal Escurrimientos | 39,778 | 3.9778 | Asociación Arvenses | 23,500 | 2.35 | 5.75 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 16,278 | 1.63 | 0.00 |
| Gasoducto | 20,826 | 2.0826 | Asociación Arvenses | 12,302 | 1.23 | 3.01 |
| | | | Mezquital - Huizachal | 1,918 | 0.19 | 0.00 |
| | | | Agricultura de Temporal Anual | 6,606 | 0.66 | 0.00 |
| **Total** | **691,456** | **69.1456** | | **691,456** | **69.1456** | **100.00** |

| Superficie de CUS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Vegetación** | **m²** | **ha** | **Porcentaje** |
| Área temporal | Mezquital - Huizachal | 55 | 0.0055 | 0.008 |
| Paneles solares | Mezquital - Huizachal | 94,339 | 9.4339 | 13.643 |
| Caminos Internos | Mezquital - Huizachal | 19,641 | 1.9641 | 2.840 |
| Estaciones de Media Tensión | Mezquital - Huizachal | 633 | 0.0633 | 0.092 |
| DDV RMT | Mezquital - Huizachal | 280 | 0.0280 | 0.040 |
| Área de maniobras | Mezquital - Huizachal | 180,093 | 18.0093 | 26.045 |
| **Total** | | **295,040** | **29.5040** | **42.67** |

| Actividad | Meses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Años | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 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 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 30 |
| **Etapa de preparación** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obtención de permisos y tramites | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Programa de Vigilancia Ambiental | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Señalización | | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colocación del cerco o valla provisional | | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Desmonte y Despalme del terreno** | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limpieza del terreno | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vallado Perimetral | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Etapa de Construcción** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Ingeniería de detalle** | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Obra Civil** | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Adecuación Acceso principal** | | | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Viales internos | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sistema de drenaje | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zanjas de Media y Baja Tensión | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación Mecánica y Eléctrica | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje de seguidores | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Montaje de módulos Fotovoltaicos** | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Instalación eléctrica de Baja Tensión** | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centros de transformación e inversores | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Instalación de BESS** | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Instalación eléctrica de Media Tension** | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Edificio de Control y Almacén | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sistema de monitorización y control | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Sistema de seguridad y videovigilancia** | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Puesta en Marcha | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pruebas en frio | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Puesta en marcha** | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pruebas en caliente | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Etapa de Operación y Mantenimiento** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Producción de energía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

335000

336000

N

44

2315000

2315000

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4

Km

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

335000

336000

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

**Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio**

Simbología

Área del Proyecto (AP)

UAB

UAB 44




**Escala**

1:5,000

Fuente: Geomática SEMARNAT
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

**Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial**

Simbología

- Área del Proyecto (AP)

UGAT

- 307
- 352




**Escala**

1:5,000

Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial (PEDUOET), 2040. IPLANEG.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

335000

336000

N

352-1

307-1

2315000

2315000

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4

Km

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

335000

336000

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

**Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico de San Miguel de Allende, Guanajuato**

Simbología

Área del Proyecto (AP)

UGATs - San Miguel de Allende

307-1

352-1




## Escala

1:5,000

Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico de San Miguel de Allende, Guanajuato. 2019. IPLANEG.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Áreas Naturales Protegidas

Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

ANP Estatal

- Montenegro
- Zona Occidental de Microcuencas

ANP Federal

- Peña Colorada




## Escala

1:160,000

Fuente: Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México 2020. CONANP.
Áreas Naturales Protegidas Federales de la República Mexicana. Julio, 2025.
Escala 1:250,000. México. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

300000

350000

N

2300000

A 37. 22 km del área del proyecto

0 3 6 12 18 24

Km

Earthstar Geographics

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

AICA

- El Zamorano

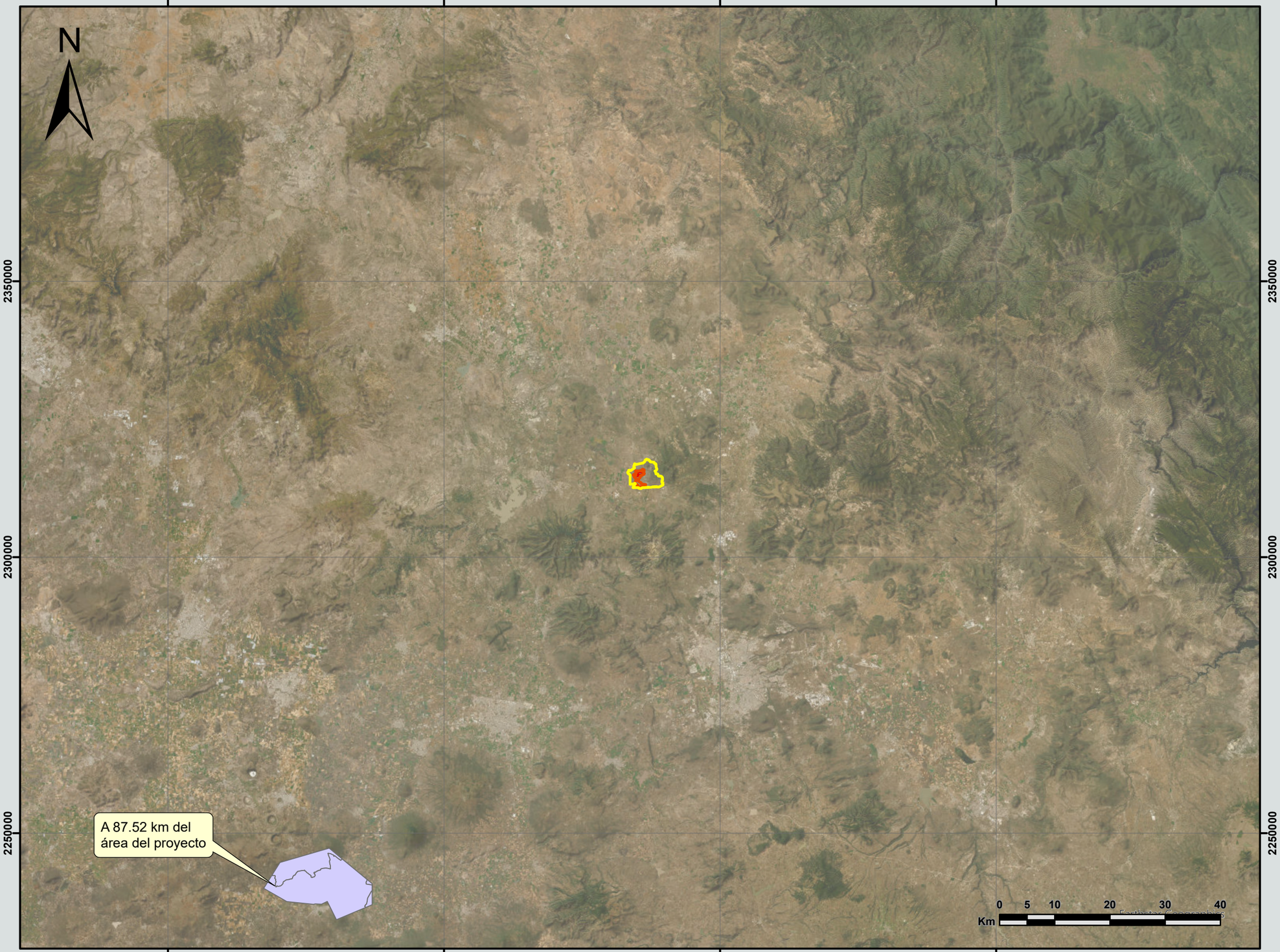



## Escala

1:250,000

Fuente: Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.
Escala 1:250,000. México. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Sitios RAMSAR

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

RAMSAR

- Laguna de Yuriria




## Escala

1:700,000

Fuente: Cobertura de los Sitios RAMSAR de México. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

300000

N

A 23.02 km del área del proyecto

2300000

0 2.75 5.5 11 16.5 22

Km

Earthstar Geographics

300000

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Regiones Terrestres Prioritarias

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

RTP

- Cerro Zamorano




## Escala

1:230,000

Fuente: Regiones Terrestres Prioritarias.
Escala 1:1'000,000. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

300000

N

A 35.38 km del área del proyecto

2300000

0 2.75 5.5 11 16.5 22

Km

Earthstar Geographics

300000

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Regiones Hidrológicas Prioritarias

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

RHP

- Cabecera del Río de la Laja




## Escala

1:230,000

Fuente: Aguas Continentales y Diversidad Biológica de México.
Escala 1:4'000,000. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

300000

350000

2350000

2300000

N

Cuesta Blanca

0 3 6 12 18 24

Km

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

**Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre**

## Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

UMA

- Cuesta Blanca

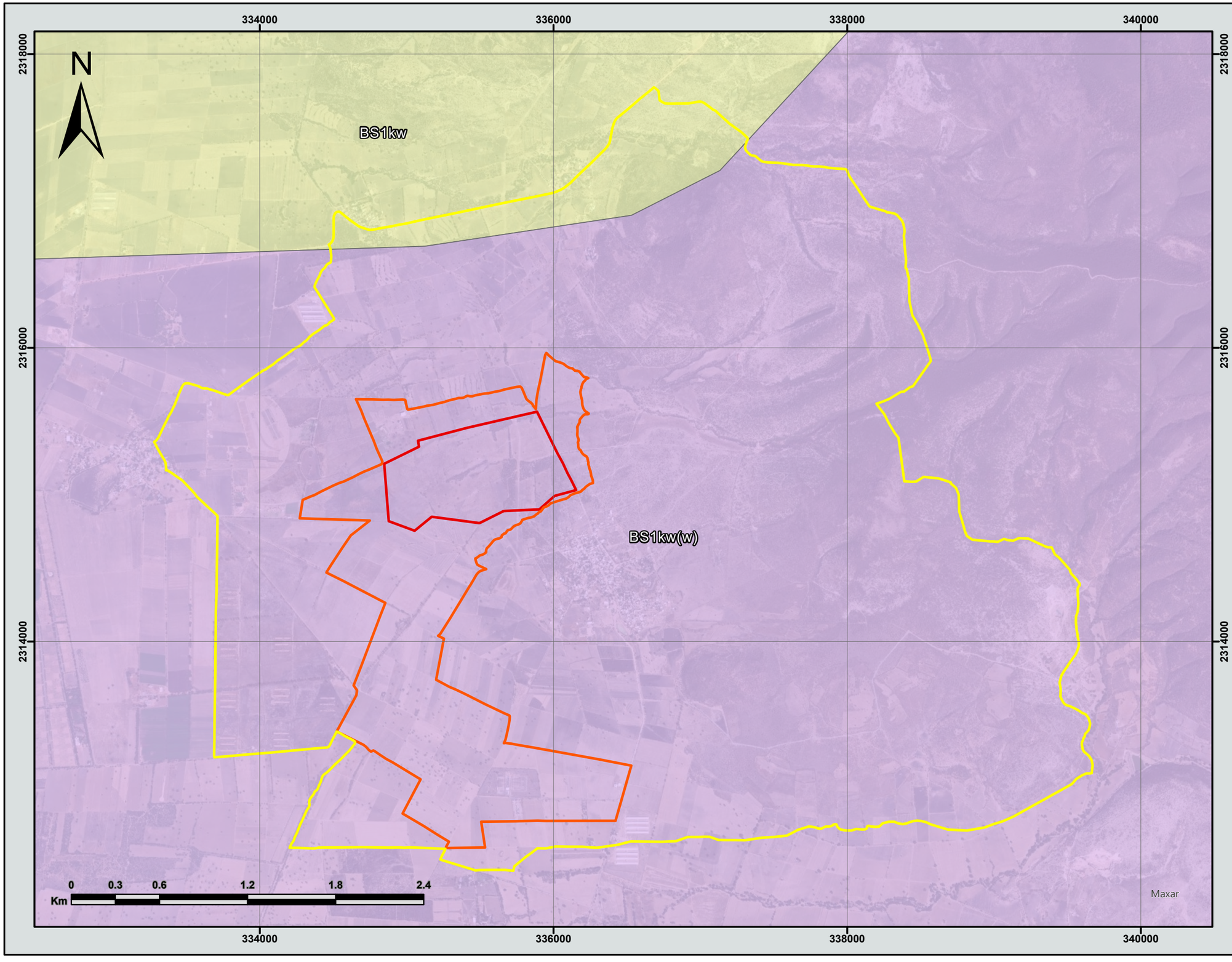



## Escala

1:250,000

Fuente: Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre. SEMARNAT 2020
Escala 1:1'000,000. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Unidades Climáticas

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

CLAVE

- BS1kw
- BS1kw(w)




## Escala

1:25,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales.
Escala 1:1'000,000. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000
336000
338000
340000
2318000
2316000
2314000
N
14 - 16
16 - 18
0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km
Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

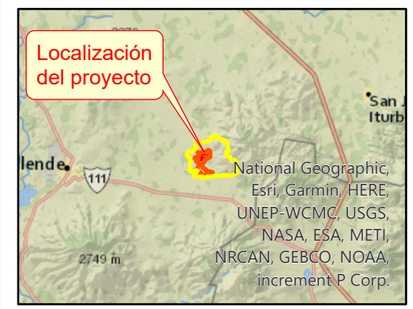
## Temperatura

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

Temperatura en °C

- 14 - 16
- 16 - 18




### Escala

1:25,000

Fuente: Temperatura Media Anual en México Escala 1:1'000,000. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Precipitación

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

RANGO en mm

- DE 500 A 600
- DE 600 A 800




## Escala

1:25,000

Fuente: Precipitación Total Anual
Escala 1:1'000,000. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

N

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

DE 600 A 800

DE 500 A 600

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km

Maxar

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

N

MESA DEL CENTRO

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km

Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Provincias Fisiográficas

Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

PROVINCIA FISIOGRÁFICA

- MESA DEL CENTRO




## Escala

1:25,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I INEGI. Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N Proyección: UTM.

GRENERGY

334000
336000
338000
340000
2318000
2316000
2314000
N
SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE DE GUANAJUATO
0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km
Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

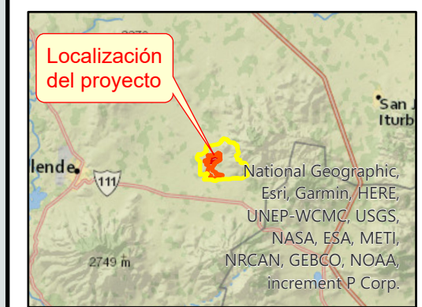
## Subprovincias Fisiográficas

Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

NOMBRE

- SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE DE GUANAJUATO




## Escala

1:25,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

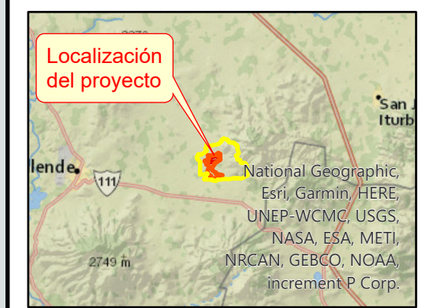
## Sistema de Topoformas

Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

DESCRIPCIÓN

- LLANURA ALUVIAL
- SIERRA ALTA ESCARPADA

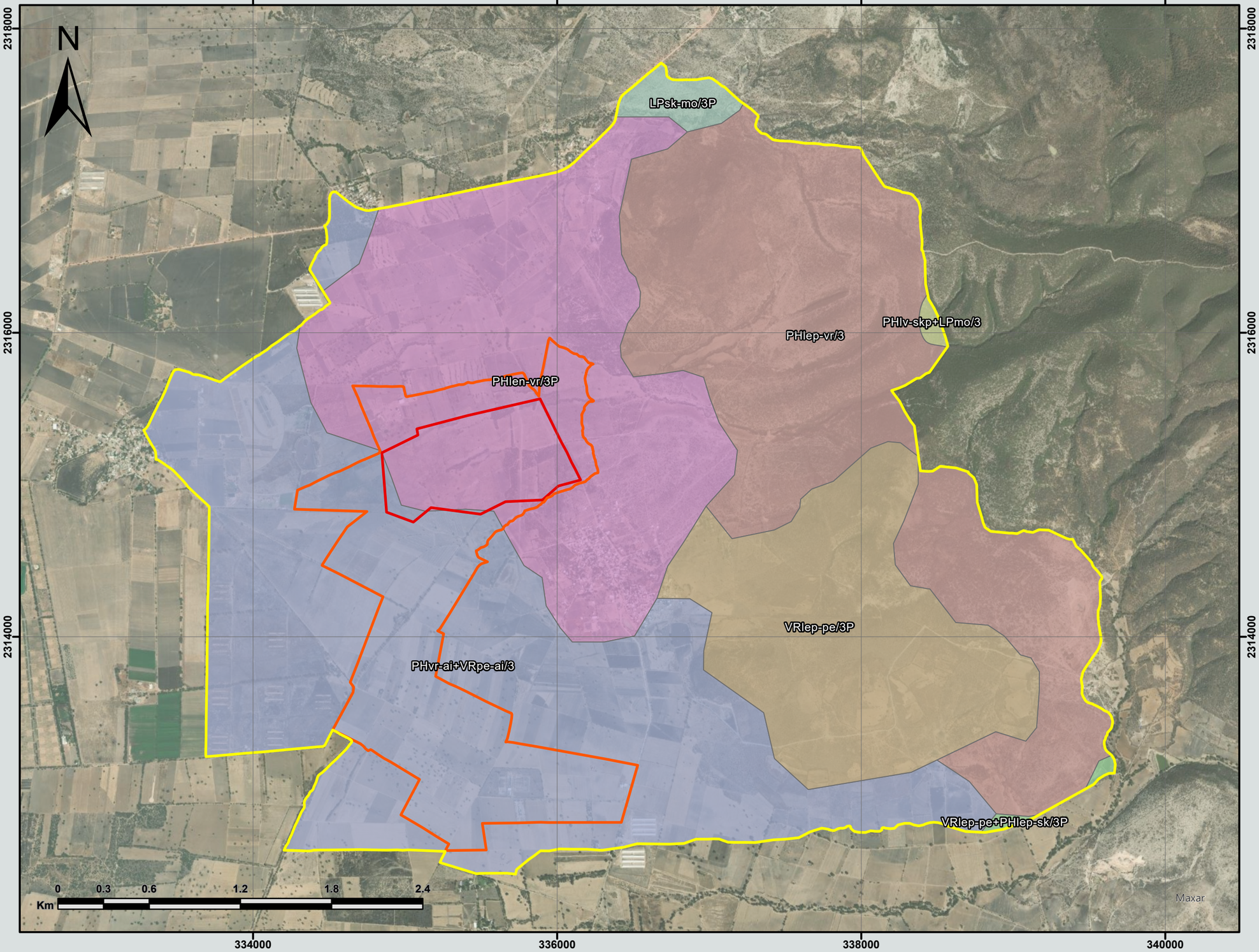



## Escala

1:25,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

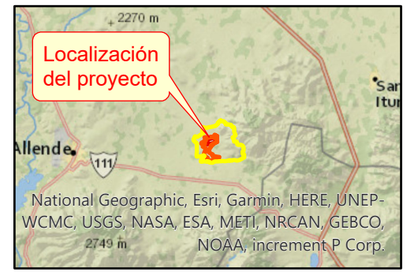
## Edafología en el SAR

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

Clave WRB

- LPsk-mo/3P
- PHlen-vr/3P
- PHlep-vr/3
- PHlv-skp+LPmo/3
- PHvr-ai+VRpe-ai/3
- VRlep-pe+PHlep-sk/3P
- VRlep-pe/3P




### Escala

1:25,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000.
Serie III. Continuo Nacional.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

N

Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km

Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Degradación del Suelo

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

TIPO

- Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica

### Escala

1:25,000

Fuente: Degradación del Suelo en la República Mexicana. Escala 1:250,000. Geomática. CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

N

R. LAJA

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km

Vantor

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

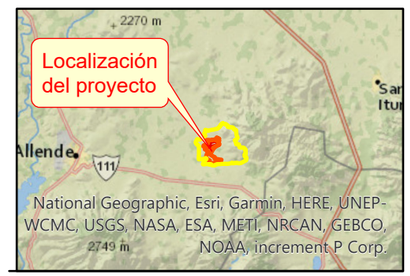
## Cuenca Hidrológica

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

Nombre

- Cuenca del Río Laja RH12H




### Escala

1:25,000

Fuente: Red Hidrográfica Edición 2.0
Escala 1:50,000. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

N

RH12Ha

RH12Hb

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km

Maxar

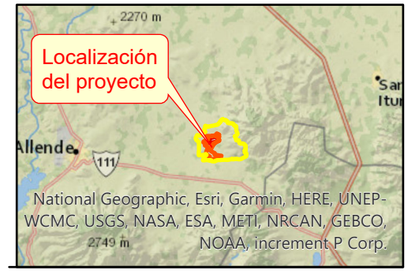
# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Subcuencas Hidrográficas

Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)
- RH12Hb
- RH12Ha




## Escala

1:25,000

Fuente: Red Hidrográfica Edición 2.0
Escala 1:50,000. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Red Hidrográfica por Condición en el SAR

### Simbología

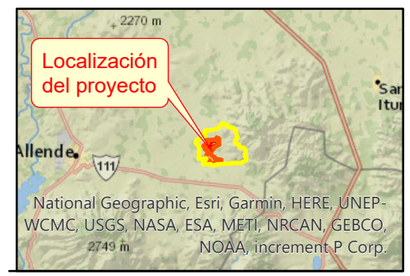
- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

Condición

- Intermitente

Condición de Cuerpo de Agua

- Intermitente




### Escala

1:25,000

Fuente: Red Hidrográfica Edición 2.0
Escala 1:50,000. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

N

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km

Maxar

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

N

LAGUNA SECA

SAN MIGUEL DE ALLENDE

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km

Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

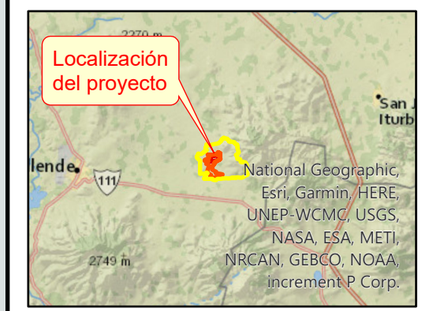
## Acuíferos

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

ACUÍFERO

- LAGUNA SECA
- SAN MIGUEL DE ALLENDE




## Escala

1:25,000

Fuente: Regiones Hidrológicas Administrativas (Organismos Cuenca). Escala 1:250,000 CONABIO.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000
336000
338000
340000
2318000
2316000
2314000
N
Medio
0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km
Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

**Bajas Temperaturas**

Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

Nivel de Riesgo

- Medio




**Escala**

1:25,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

N

Bajo

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km

Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

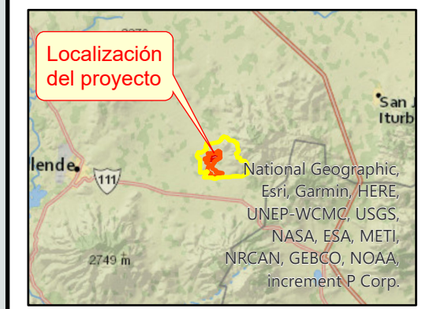
## Ciclones Tropicales

Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

Grado de Riesgo

- Bajo




## Escala

1:25,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

N

Bajo

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km

Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

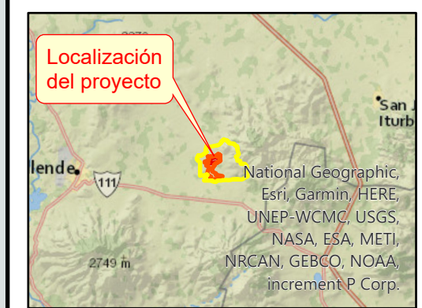
## Granizadas

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

Grado de Riesgo

- Bajo




### Escala

1:25,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000
336000
338000
340000
2318000
2316000
2314000
N
Alto
0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km
Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

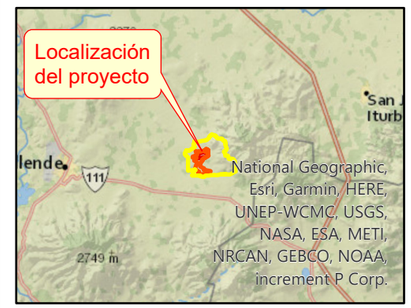
## Sequía

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

Grado de Riesgo

- Alto




### Escala

1:25,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000
336000
338000
340000
2318000
2316000
2314000
N
Medio
0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km
Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Inundaciones

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

Grado de Riesgo

- Medio




### Escala

1:25,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

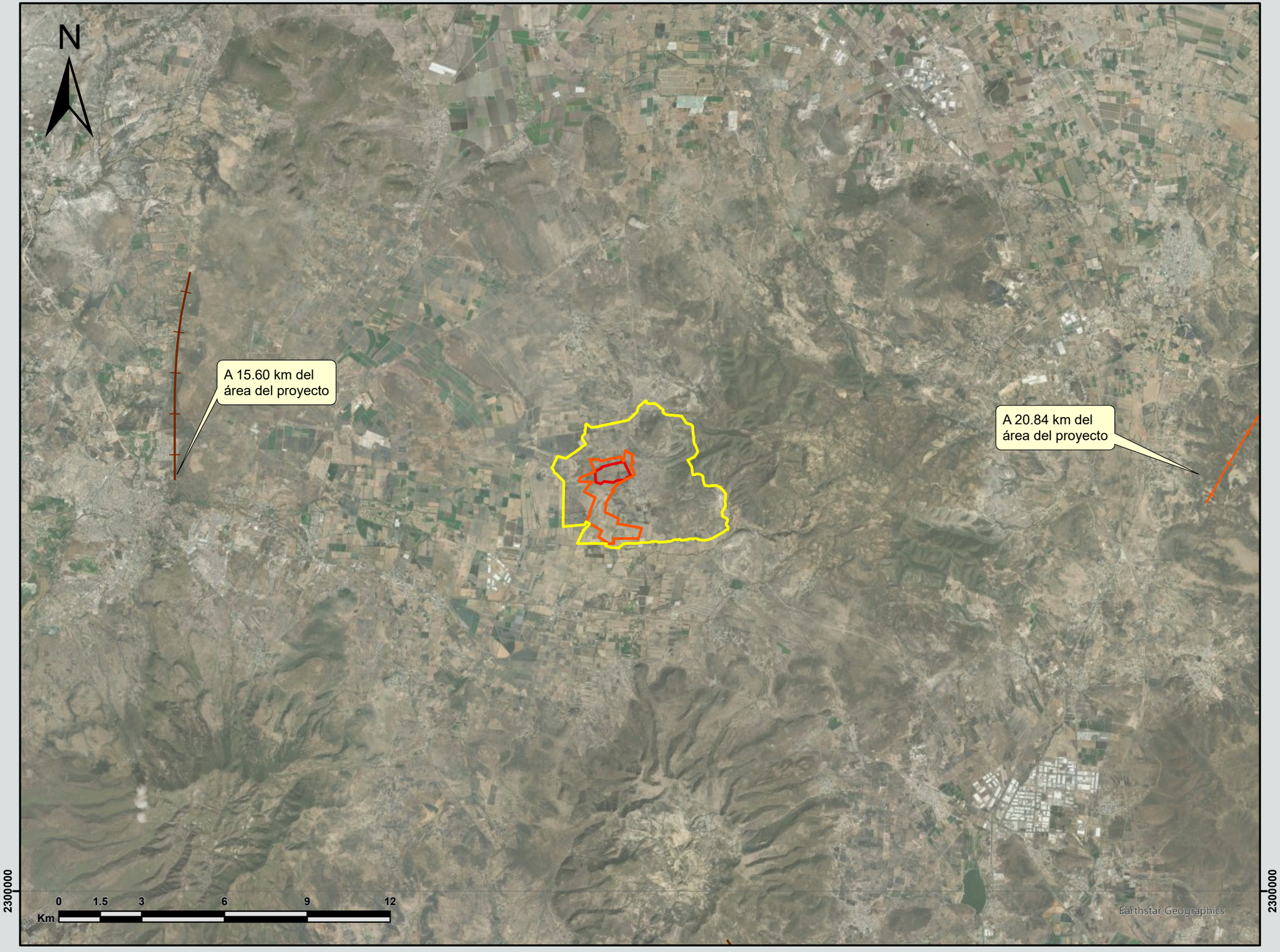
## Fallas y Fracturas

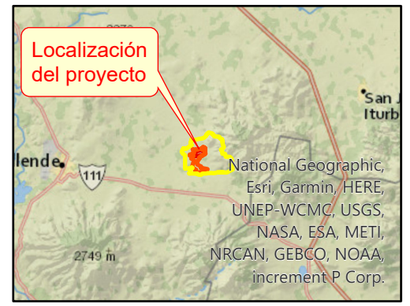
### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

ENTIDAD

- FALLA
- FRACTURA




## Escala

1:140,000

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Geológico, Escala 1:000,000. Continuo Nacional. INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000
336000
338000
340000
2318000
2316000
2314000
N
Moderada
0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km
Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Regionalización Sísmica

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

Riesgo de sismo

- Moderada

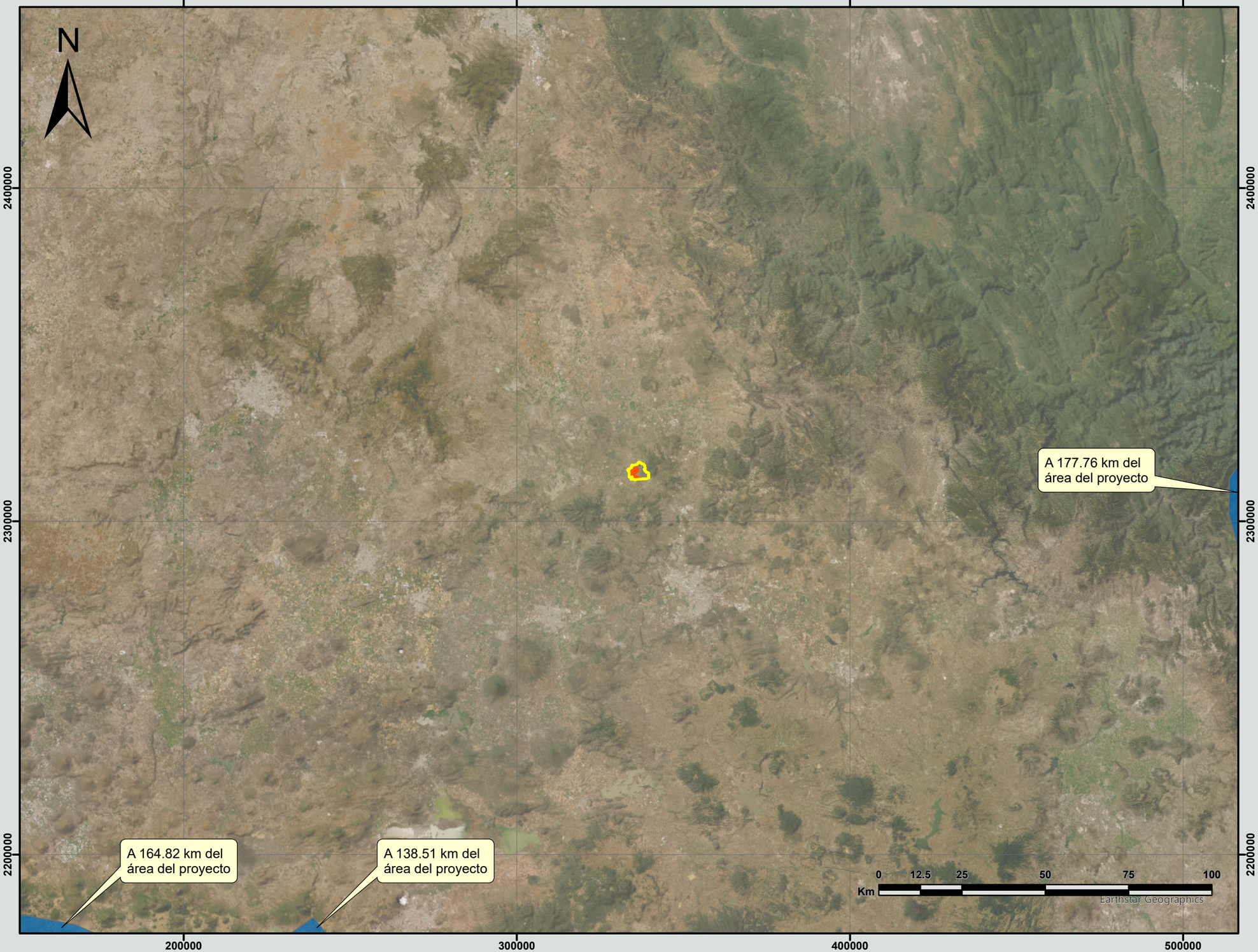



## Escala

1:25,000

Fuente: CENAPRED.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY



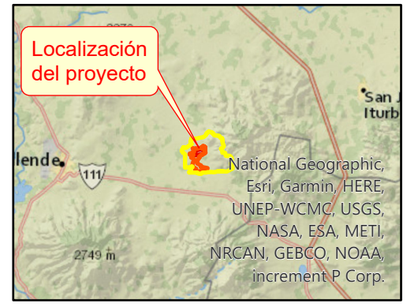

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Hundimientos y Deslizamientos

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

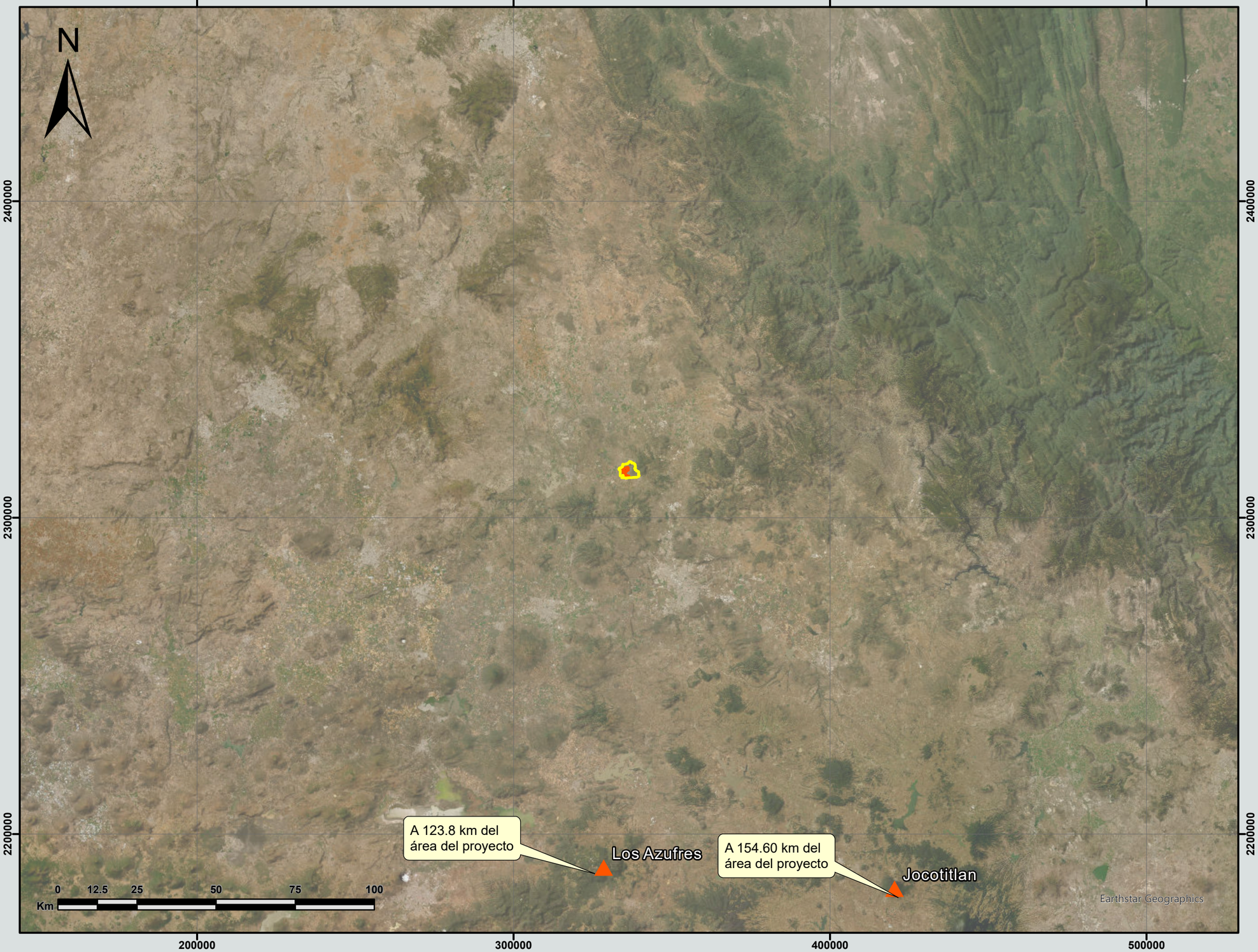



### Escala

1:1,140,000

Fuente: CENAPRED.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Volcanes Activos

### Simbología

- Volcanes Activos
- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)




### Escala

1:1,200,000

Fuente: CENAPRED
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Muestra Vegetación en el SAR

### Simbología

- Unidades Muestrales
- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

### Escala

1:25,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

N

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4 Km

Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Muestra Vegetación en el AIP

### Simbología

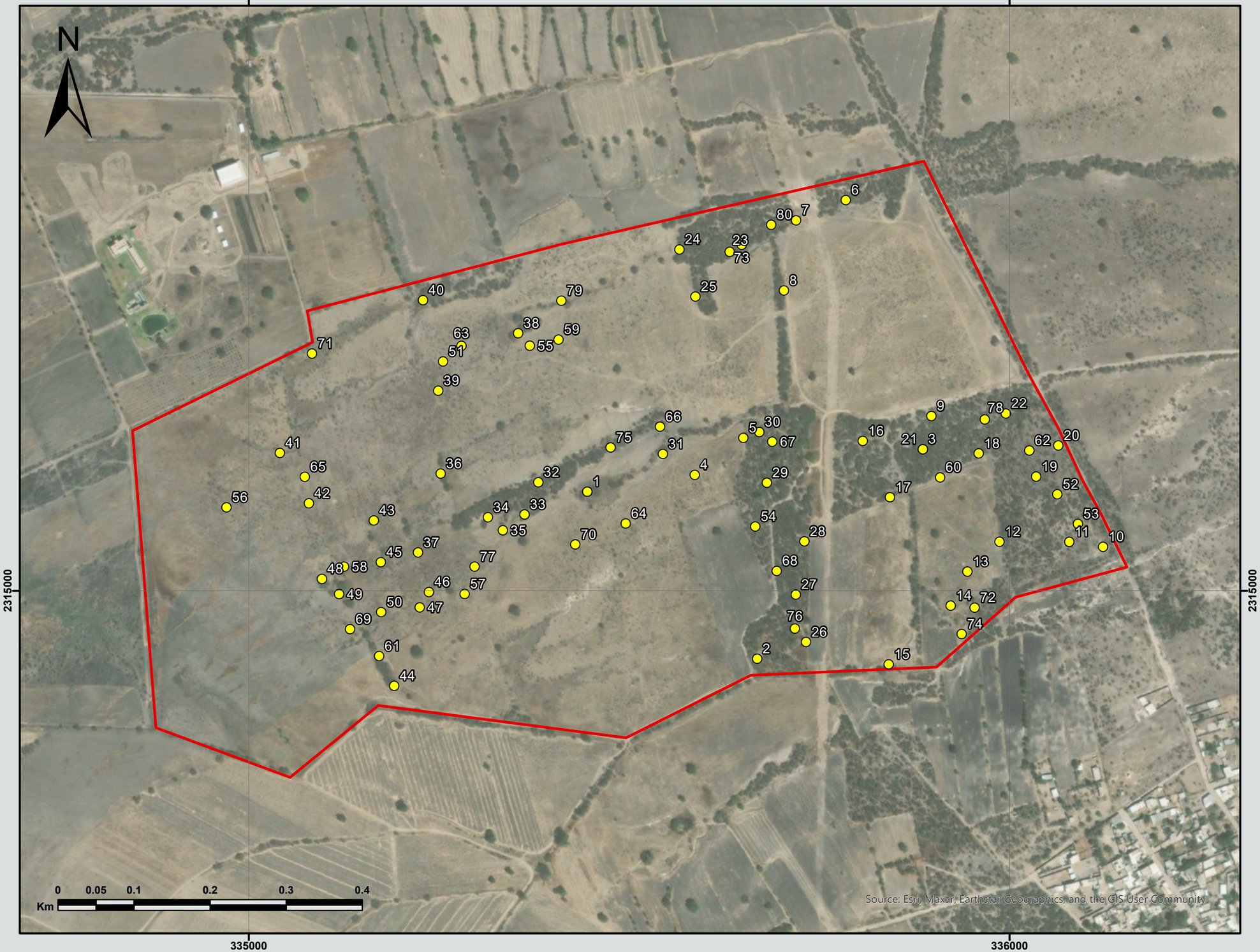
- Unidades Muestrales
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

### Escala

1:40,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Muestra Vegetación en el AP

### Simbología

- Unidades Muestrales
- Área del Proyecto (AP)

### Escala

1:5,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000
336000
338000
340000
2318000
2316000
2314000
N
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
Bosque de encino
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
Agricultura de temporal anual
Asentamientos humanos
0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km
Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Uso de Suelo y Vegetación en el SAR

Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

DESCRIPCIÓN

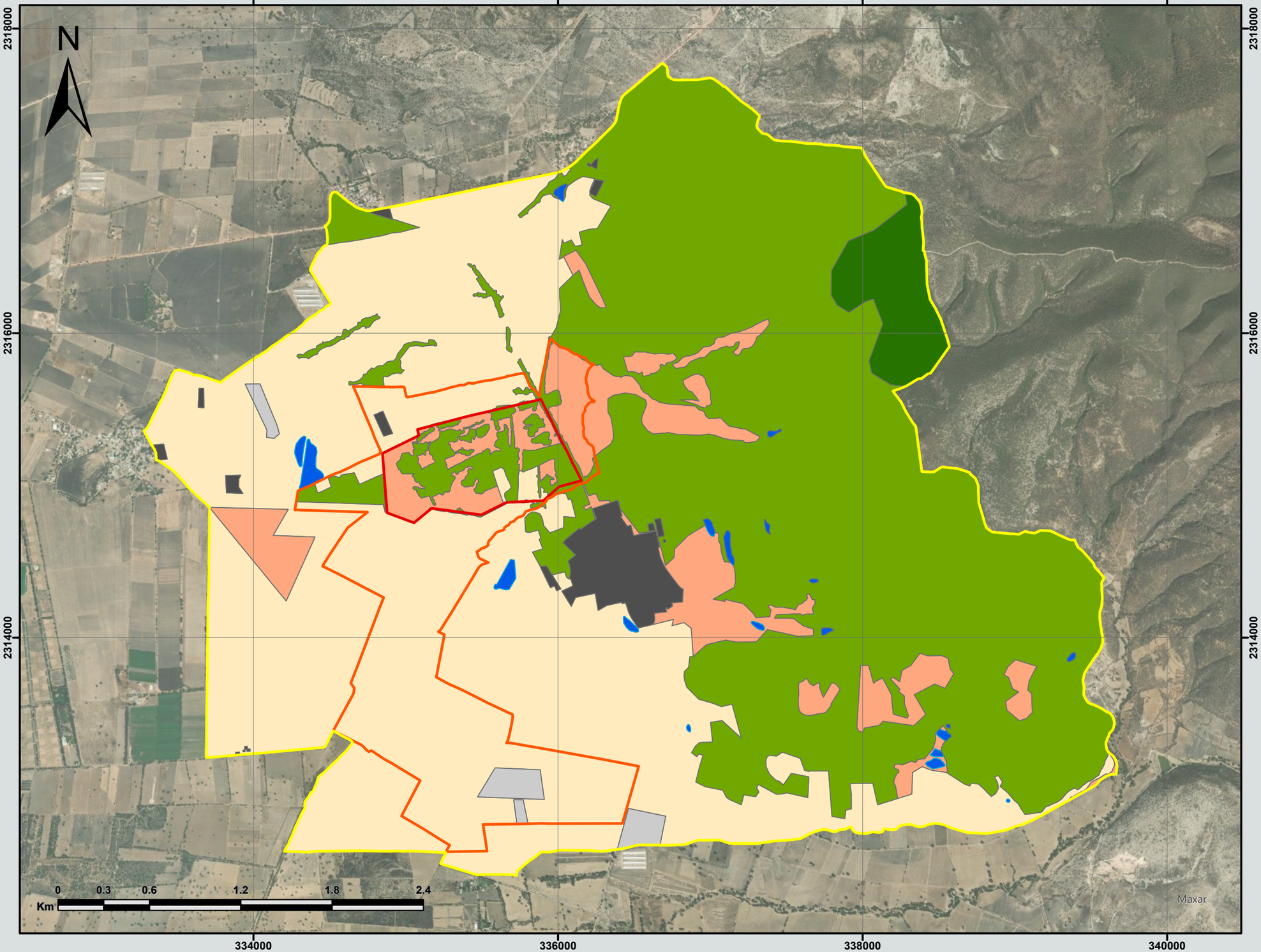
- Agricultura de temporal anual
- Asentamientos humanos
- Bosque de encino
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
- Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural
- Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia

**Escala**

1:25,000

Fuente: Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000. Serie VII (Conjunto Nacional). INEGI.
Datos Vectoriales de Información Topográfica. Escala 1:50,000 INEGI.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Vegetación Actual en el SAR

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

DESCRIPCIÓN

- Agricultura
- Asociación de Arvenses
- Bosque de Encino
- Mezquital - Huizachal
- Cuerpo de agua
- Asentamientos humanos
- Sin vegetación

### Escala

1:25,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000
336000
2316000
2314000
N
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
Agricultura de Temporal Anual
Asentamientos Humanos
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Km
Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Uso de Suelo y Vegetación en el AIP

Simbología

- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

DESCRIPCIÓN

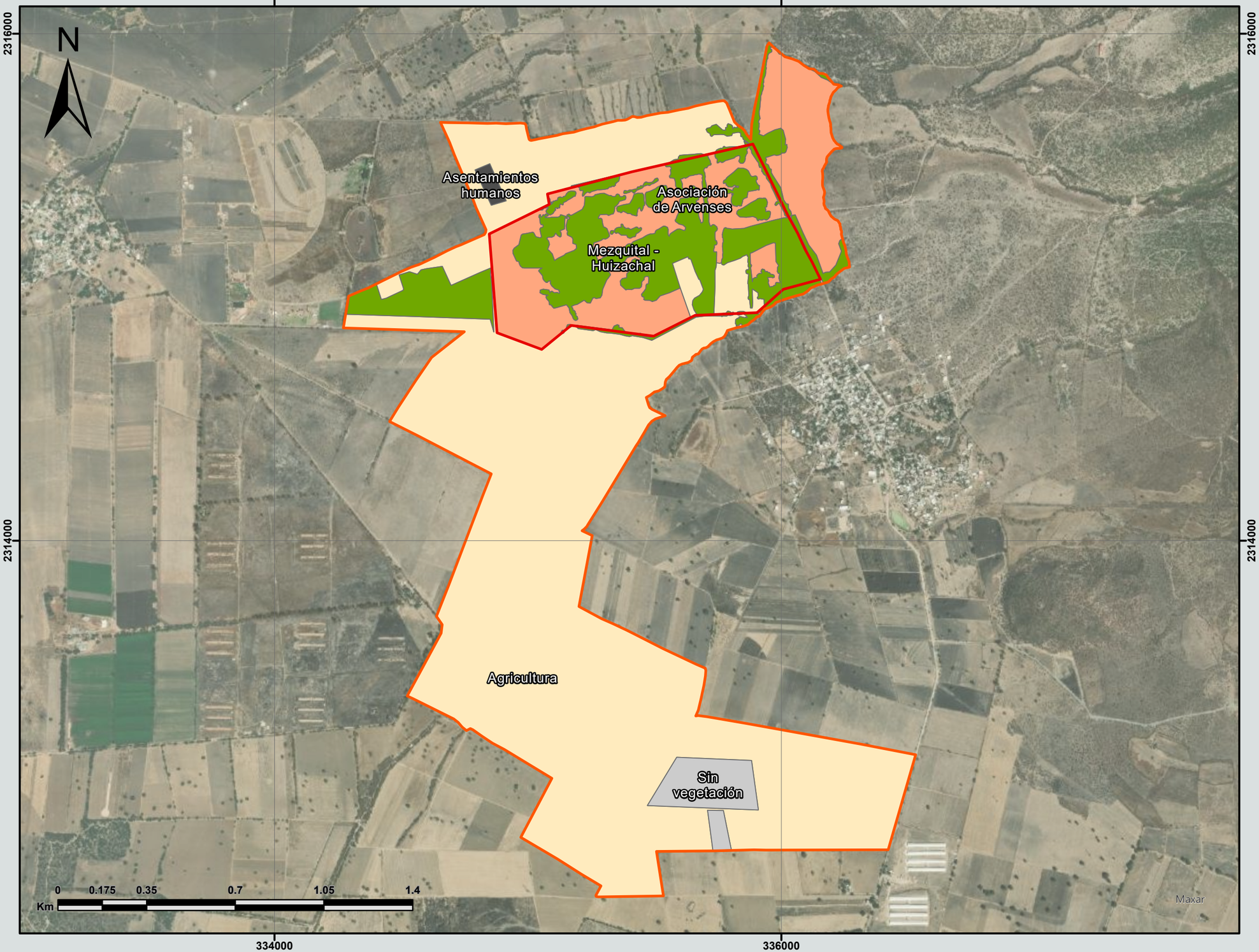
- Agricultura de temporal anual
- Asentamientos humanos
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
- Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia

## Escala

1:15,000

Fuente: Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000. Serie VII (Conjunto Nacional). INEGI. Datos Vectoriales de Información Topográfica. Escala 1:50,000 INEGI. Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Vegetación Actual en el AIP

### Simbología

- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

DESCRIPCIÓN

- Agricultura
- Asociación de Arvenses
- Mezquital - Huizachal
- Asentamientos humanos
- Sin vegetación

### Escala

1:15,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

335000

336000

N

2315000

Agricultura de Temporal Anual

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4

Km

Maxar

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Uso de Suelo y Vegetación en el AP

### Simbología

Área del Proyecto (AP)

DESCRIPCIÓN

Agricultura de Temporal Anual

Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino

### Escala

1:5,000

Fuente: Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000. Serie VII (Conjunto Nacional). INEGI. Datos Vectoriales de Información Topográfica. Escala 1:50,000 INEGI. Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N Proyección: UTM.

GRENERGY

335000

336000

N

Sin Vegetación

Mezquital - Huizachal

Agricultura

Asociación de Arvenses

2315000

2315000

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4

Km

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

335000

336000

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Vegetación Actual en el AP

### Simbología

Área del Proyecto (AP)

DESCRIPCIÓN

- Agricultura
- Asociación de Arvenses
- Mezquital - Huizachal
- Sin vegetación




### Escala

1:5,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

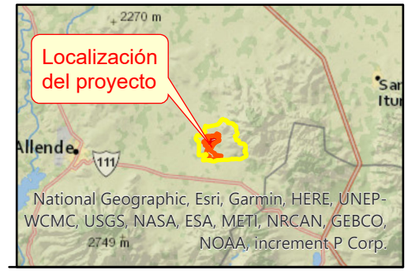
# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

**Muestra Fauna SAR**

Simbología

- Unidades Muestrales
- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)




**Escala**

1:25,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

N

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4 Km

Maxar

334000
336000
2316000
2314000
N
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Km
Maxar

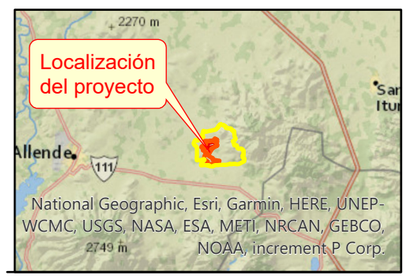
# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

**Muestra Fauna AIP**

Simbología

- Unidades Muestrales
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

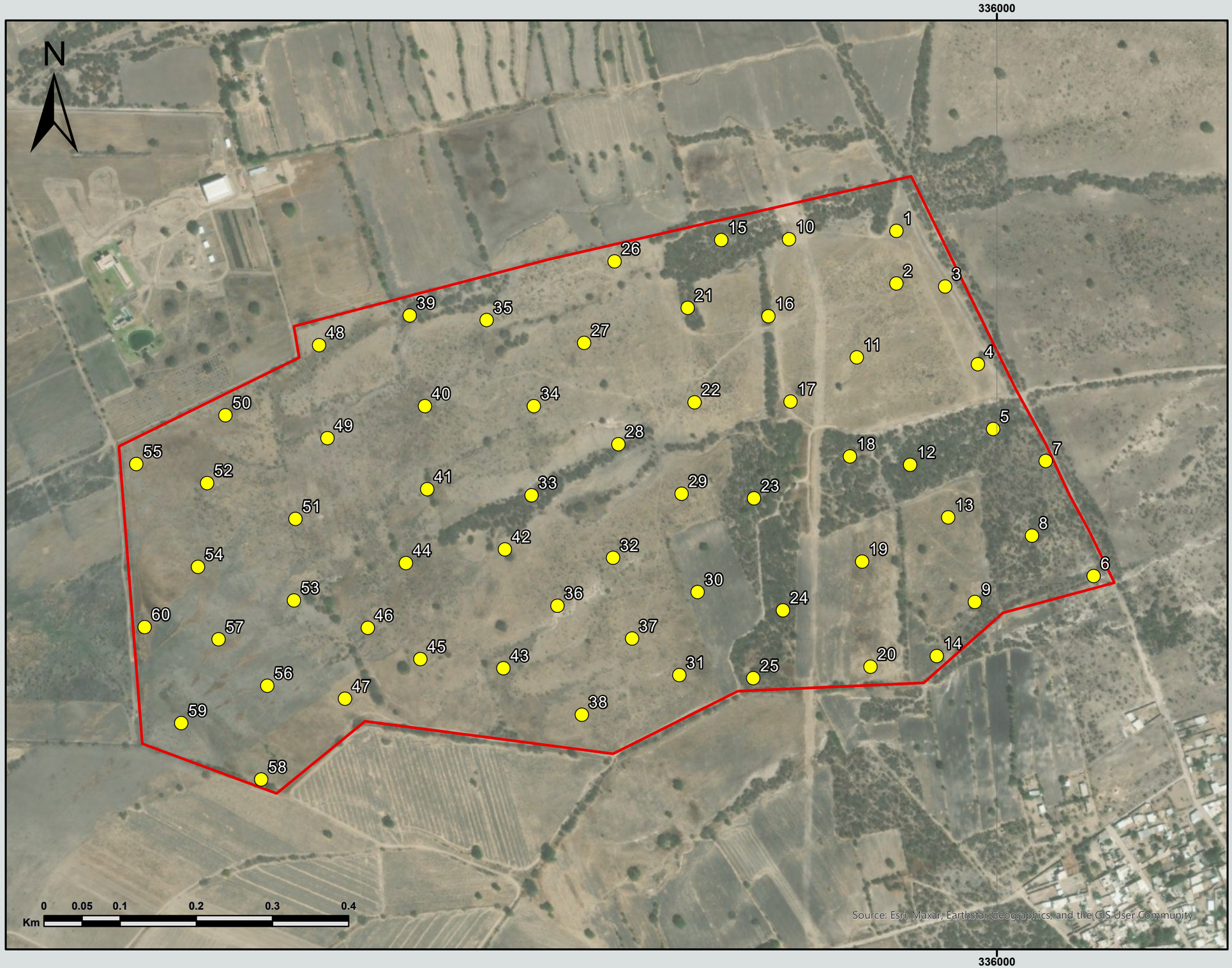



**Escala**

1:15,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

**Muestra Fauna AP**

Simbología

- Unidades Muestrales
- Área del Proyecto (AP)

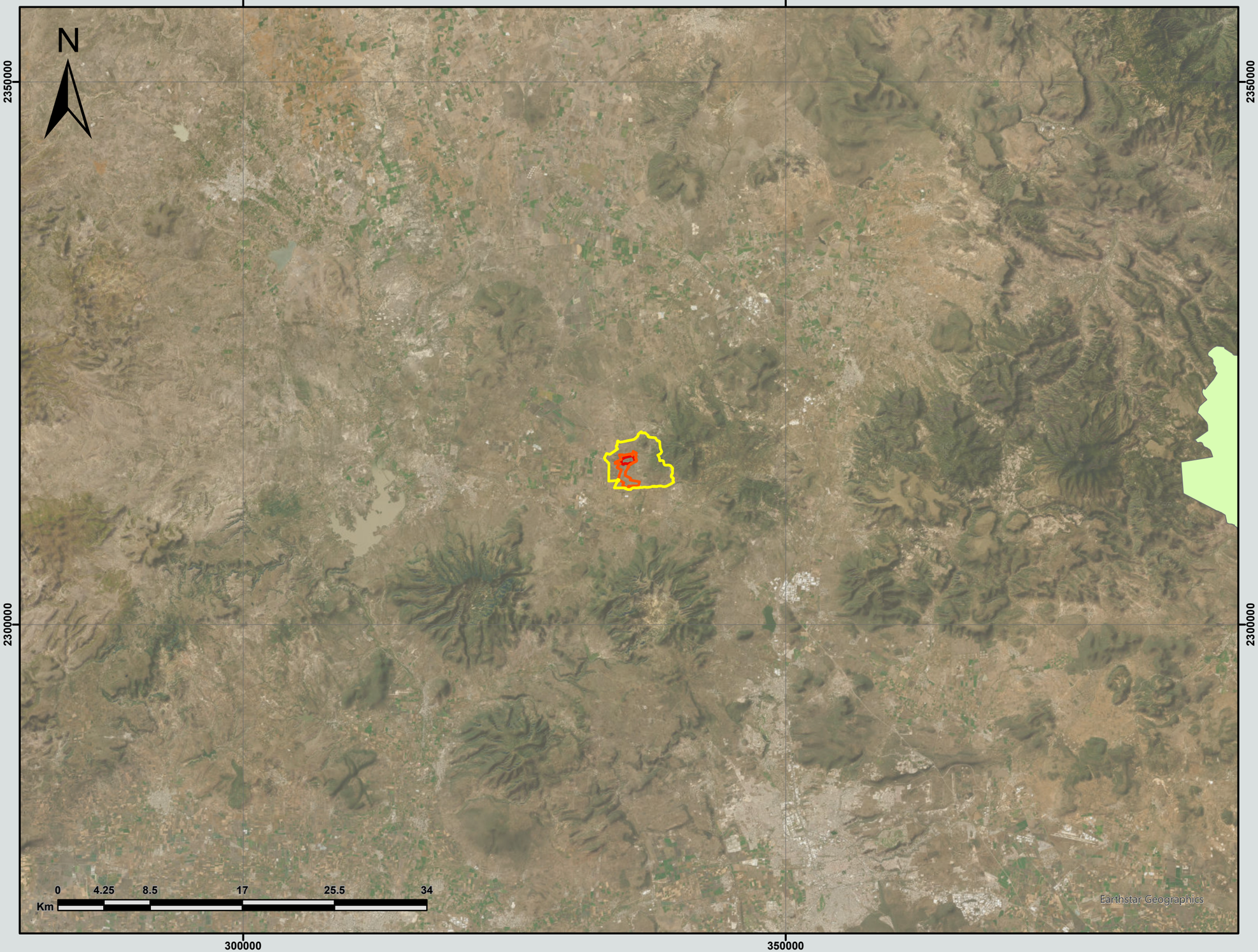



**Escala**

1:5,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Regiones Indígenas

### Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia Potencial (AIP)
- Área del Proyecto (AP)

Regiones Indígenas

- Otomí de Hidalgo y Querétaro

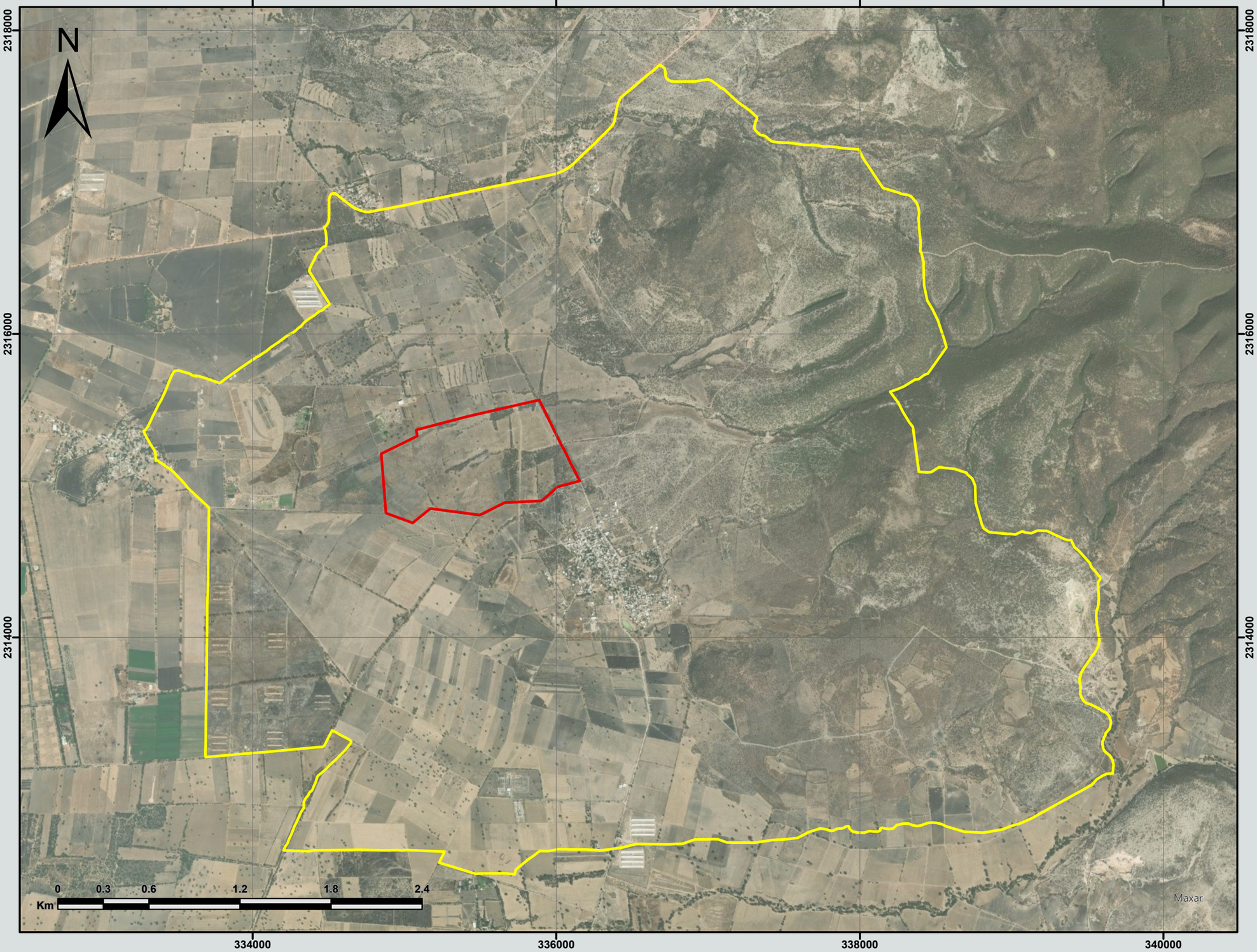



## Escala

1:350,000

Fuente: Geomática SEMARNAT.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY




# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Sistema Ambiental Regional

Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área del Proyecto (AP)




## Escala

1:25,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

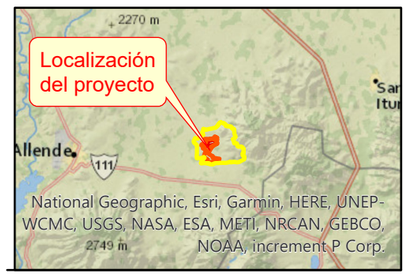
# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

**Delimitación SAR - AIP**

Simbología

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Área del Proyecto (AP)




**Escala**

1:25,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

334000 336000 338000 340000

2318000 2316000 2314000

N

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km

Maxar

340000

N

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4
Km

Maxar

340000

# El Mezquital

San Miguel de Allende, Guanajuato

## Diagnóstico Ambiental

### Simbología

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia del Proyecto (AIP)
- Sistema Ambiental Regional (SAR)

Valoración de Degradación

- 3 - 5 Degradación Alta
- 6 - 7 Degradación media
- 8 - 9 Degradación baja




### Escala

1:25,000

Fuente: Elaboración propia.
Sistema de coordenadas: WGS 1984 Zona 14N
Proyección: UTM.

GRENERGY

# Anexo fotográfico

## El Mezquital

## GR Energía Renovables 3, S.A. DE C.V.

***San Miguel de Allende, Guanajuato, México***



Camino de asfalto dentro del SAR



Campo agricola dentro del SAR



Vegetación dentro del SAR



Manchones de vegetación dentro del SAR



Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*).



Caracara quebrantahuesos (*Caracara plancus*).



Gorrión arlequín (*Chondestes grammacus*).



Cuervo común (*Corvus corax*).



Cernícalo americano (*Falco sparverius*).



Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*).



Verdugo americano (*Lanius ludovicianus*).



Gorrión doméstico (*Passer domesticus*).



Picogordo azul (*Passerina caerulea*).



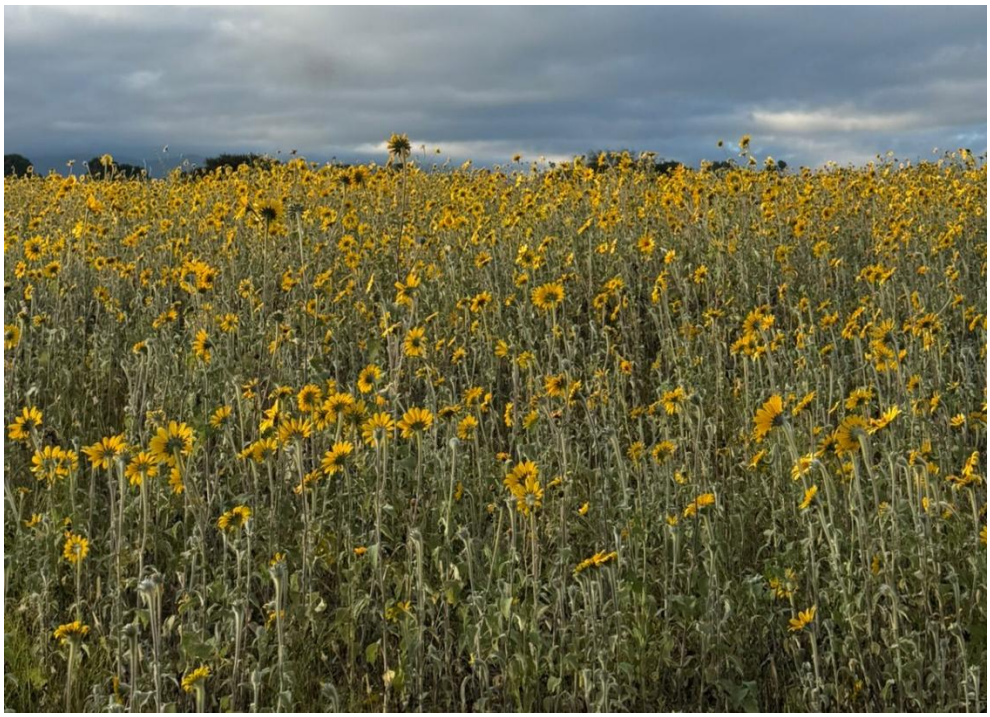
Cuicacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*).



*Neltuma laevigata* (Mezquite)



*Vachellia schaffneri* (Huizache prieto)



*Tithonia tubaeformis* (Gigantón)



*Opuntia lasiacantha* (Nopal de cerro)



*Cylindropuntia imbricata* (Cholla)



*Aristida adscensionis* (Pasto)