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

CAPITULO I:

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

PROYECTO:

“PV LOMA BONITA SOLAR”

SOLARIG DEVELOPMENT MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.

INDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIODE IMPACTO AMBIENTAL. 3
I.1.1.- Nombre del Proyecto. 3
I.1.2. Ubicación del Proyecto. 3
I.1.3. Duración del Proyecto. 4
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE. 4
I.2.1. Nombre o Razón Social. 4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC). 4
I.2.3. Nombre del Representante Legal. 4
I.2.4. Dirección del Promovente o de su Representante Legal para recibir u oír notificaciones. 5
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 5
I.3.1. Nombre o razón social. 5
I.3.2. RFC o CURP. 5
I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio. 5
I.3.4. Dirección del responsable técnico. 5

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

I.1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

I.1.1.- Nombre del Proyecto.

El Proyecto **“PV Loma Bonita Solar”** tendrá como finalidad la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la radiación solar en terrenos existentes en el municipio de Loma Bonita del estado de Oaxaca. El **Proyecto** se ubicará en una superficie total 153.014 has para el desarrollo del **Proyecto**, en el cual se desarrollará una capacidad nominal de 67.00 MWac, una potencia instalada de 76.80 MWac y una potencia pico de 92.10 MWdc para la obtención de un ratio DC/AC de 1.20.

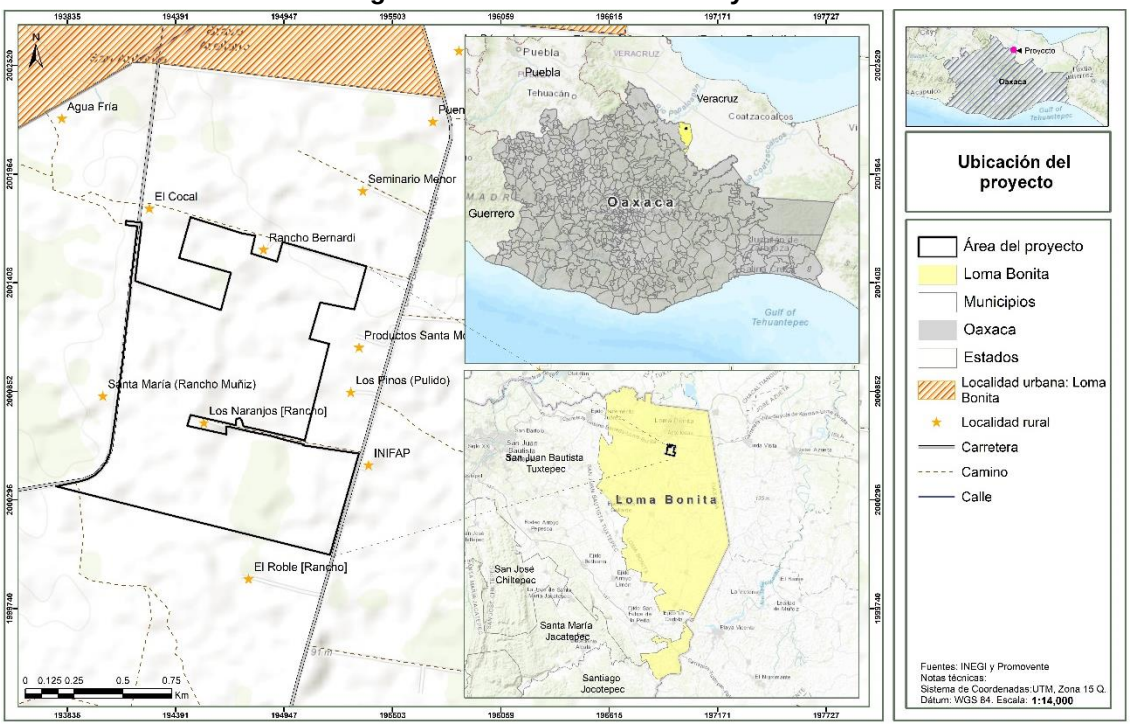
El **Proyecto** se compone de los siguientes equipos principales:

- Módulos fotovoltaicos que convierten la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua.
- Seguidor de un eje, que sirve de soporte y orienta los módulos fotovoltaicos para minimizar el ángulo de incidencia entre los rayos solares y la superficie de los módulos durante el día.
- Inversores tipo string que convierten la energía eléctrica generada en Corriente Directa (**DC**) por los paneles solares de la planta en energía eléctrica en corriente alterna (**AC**).
- Centros de transformación, que contienen el equipo necesario para elevar el nivel de tensión de baja (800 [V]) a media tensión (34.5 [kV]).
- Sistema de almacenamiento de energía (BESS), conformado por inversores y contenedores de baterías, que permitirá el almacenamiento (parcial) de la energía eléctrica producida por el parque fotovoltaico.

I.1.2. Ubicación del Proyecto.

El **Proyecto** se ubicará en el municipio de Loma Bonita, en el estado de Oaxaca, con una superficie de 153.014 has, cuya distribución del polígono general se muestra en la figura siguiente.

Figura I.1 Localización del Proyecto



I.1.3. Duración del Proyecto.

Se estima que el tiempo de vida útil de este proyecto es de 36 años; de los cuales 5 años para su preparación del sitio y construcción, 30 años para su operación y mantenimiento y 1 año para su cierre y desmantelamiento.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

I.2.1. Nombre o Razón Social.

La promovente del proyecto será la empresa **SOLARIG DEVELOPMENT MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.**

En el **Apéndice I, Anexo I.1.** se encuentra copia del acta constitutiva de la empresa.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC).

[redacted] **Apéndice I, Anexo I.2).**

I.2.3. Nombre del Representante Legal.

El Representante legal es Francisco Javier Abejaro Serrano, quien acredita su personalidad jurídica en términos del instrumento público número 29, 455 de fecha 04 de abril de 2024, pasado ante la fe del Lic. Luis Gerardo de la Peña Gutiérrez, Titular de la Notaría Pública número 201 del Estado de México, mismo que se exhibe en copia certificada (Ver **Apéndice I, Anexo I.3**, el cual incluye poder y copia de su identificación oficial).

I.2.4. Dirección del Promovente o de su Representante Legal para recibir u oír notificaciones.

Calle:	Sierra Gorda No. 49.
Colonia:	Lomas de Chapultepec.
Código Postal:	11000.
Entidad Federativa:	Ciudad de México.
Alcaldía:	Miguel Hidalgo.

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

I.3.1. Nombre o razón social.

ABF, Servicios Técnicos, S.C.

I.3.2. RFC o CURP.

El RFC de la responsable de la elaboración del presente estudio es [redacted], se incluye una copia simple para su consulta en el **Apéndice I, Anexo I.4**.

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio.

Biol. Diana Luis Hernández (se anexa copia de la Cédula Profesional del responsable técnico como **Apéndice I, Anexo I.5**).

I.3.4. Dirección del responsable técnico.

[redacted]

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO II:

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

PROYECTO:

“PV LOMA BONITA SOLAR”



SOLARIG DEVELOPMENT MÉXICO, S DE R.L. DE C.V.

[redacted]pec
[redacted]155
[redacted].mx

TABLA DE CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO 5
II.1. Información general del Proyecto, plan o programa 5
II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa 5
II.1.2. Justificación 6
II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto 9
II.1.4. Inversión requerida 14
II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa 14
A. Módulo fotovoltaico 15
B. Seguidor de un eje N-S 16
C. Inversor de strings 17
D. Transformador 18
E. Centro de transformación (CT) 18
F. Configuración eléctrica 19
G. Diseño del cableado eléctrico 20
H. Obras civiles 20
I. Sistema de baterías de almacenamiento de energía 22
J. Áreas de Almacén y Oficinas. 23
K. Caminos. 23
K. Zonas Blancas (Áreas temporales de afectación). 23
II.2.1. Programa de trabajo 23
II.2.2. Preparación del sitio y construcción 25
II.2.2.1. Preparación del sitio 25
A. Limpieza y despalmes 25
B. Trazo y nivelación 25
C. Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones 25
D. Cortes y rellenos 26
E. Obras y actividades del Proyecto 28
II.2.2.2. Construcción 28
A. Parque fotovoltaico 28
A.1. Obra civil 28

[redacted]pec
155
[redacted].mx

A.2. Obra electromecánica 29
B. Subestación eléctrica 31
B.1. Obra civil 31
B.2. Obra electromecánica 31
C. Línea de transmisión 32
C.1. Obra civil 32
C.2. Obra electromecánica 33
C.3. Obras asociadas al Proyecto 33
C.4. Personal 34
C.5. Insumos 34
C.6. Aguas residuales 34
II.2.3. Operación y mantenimiento 35
II.2.3.1. Operación 35
II.2.3.2. Mantenimiento 35
II.2.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 36
II.2.5. Residuos 37
II.2.5.1. Residuos sólidos no peligrosos 37
II.2.5.2. Residuos sólidos peligrosos 37
II.2.5.3. Ruido 38
II.2.6. Generación de gases de efecto invernadero 38
II.2.6.1. Emisiones a la atmósfera 38
II.2.6.2. Fuentes de generación de gases de efecto invernadero por etapa 38
II.2.6.3. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del Proyecto, como sea el caso de vapor de agua, $C0_2$, CH_4, N20, CFC, O3, entre otros .. 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Gráfica de recurso solar 8
Figura II. 2. Ubicación del Proyecto 11
Figura II. 3. Componentes del Proyecto 12
Figura II. 4. Plano del proyecto 13
Figura II. 5. Diagrama simplificado de la configuración eléctrica 15
Figura II. 6. Ejemplo de un módulo fotovoltaico Monofacial Si-mono 16

Figura II. 7. Ejemplo de un seguidor de un eje. 16
Figura II. 8. Ejemplo de un inversor de string 17
Figura II. 9. Ejemplo de un transformador de potencia 18
Figura II. 10. Ejemplo de un centro de transformación Indoors 19
Figura II. 11. Sección transversal simplificada de una zanja BT 21
Figura II. 12. Sección transversal simplificada de una zanja MT 22
Figura II. 13. Sección tipo de los caminos internos 29
Figura II. 14. Montaje tipo de panel fotovoltaico 30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Valores mensuales del recurso solar 7
Tabla II. 2. Componentes, uso del suelo y superficies del Proyecto conforme a la Capa de la Serie VII del INEGI 9
Tabla II. 3. Componentes, uso del suelo y superficies del Proyecto conforme a lo reportado en los trabajos en campo. 9
Tabla II. 4. Coordenadas del Área del Proyecto. 9
Tabla II. 5. Coordenadas de los apoyos de la LT de 115 kV 10
Tabla II. 6. Costos de inversión del proyecto. 14
Tabla II. 7. Características del proyecto 14
Tabla II. 8. Características del módulo fotovoltaico 15
Tabla II. 9. Principales características del seguidor de un eje**.** 16
Tabla II. 10. Características del inversor 17
Tabla II. 11. Inversores 18
Tabla II. 12. Características del transformador de potencia 18
Tabla II. 13. Características del centro de transformación 19
Tabla II. 14. Centros de transformación de acuerdo al campo DC asociado 19
Tabla II. 15. Características principales de la configuración eléctrica 20
Tabla II. 16. Resumen de las secciones de cable seleccionadas 20
Tabla II. 17. Obras civiles 20
Tabla II. 18. Secciones transversales de las zanjas 22
Tabla II. 19. Características del sistema de almacenamiento 22
Tabla II. 20. Programa de trabajo del Proyecto 24
Tabla II. 21. Características de calidad del material de relleno 27
Tabla II. 22. Requisitos de granulometría del material de relleno 27
Tabla II. 23. Residuos generados en el Proyecto 37
Tabla II. 24. Ruido generado 38
Tabla II. 25. Tabla de emisiones generadas 38
Tabla II. 26. Maquinaria y equipo 38
Tabla II. 27. Factores de emisión de GEI para gasolina y diésel 39
Tabla II. 28. Emisiones de gases de combustión, en los que se incluyen los GEI 40

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

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

El Proyecto **“PV Loma Bonita Solar”** tendrá como finalidad la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la radiación solar en terrenos existentes en el municipio de Loma Bonita del estado de Oaxaca. El **Proyecto** se ubicará en una superficie total 153.014 has para el desarrollo del **Proyecto**, en el cual se desarrollará una capacidad nominal de 67.00 MWac, una potencia instalada de 76.80 MWac y una potencia pico de 92.10 MWdc para la obtención de un ratio DC/AC de 1.20.

El **Proyecto** se compone de los siguientes equipos principales:

- Módulos fotovoltaicos que convierten la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua.
- Seguidor de un eje, que sirve de soporte y orienta los módulos fotovoltaicos para minimizar el ángulo de incidencia entre los rayos solares y la superficie de los módulos durante el día.
- Inversores de string que convierten la energía eléctrica generada en la Corriente Directa (**DC**) de paneles solares de la planta en energía eléctrica en corriente alterna (**AC**).
- Centros de transformación, que contienen el equipo necesario para elevar el nivel de tensión de baja (800 [V]) a media tensión (34.5 [kV]).
- Sistema de almacenamiento de energía BESS conformado por inversores y contenedores de baterías, que permitirá el almacenamiento (parcial) de la energía eléctrica producida por el parque fotovoltaico.

II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa

El **Proyecto** como se ha mencionado consiste en un conjunto de obras y actividades que se refieren a la generación y transporte de energía eléctrica a partir del uso de tecnologías de energías limpias mediante el aprovechamiento de la radiación solar de la zona del emplazamiento del **Proyecto**.

El **Proyecto** corresponde a las obras y actividades del artículo 28, fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) y al artículo 5° inciso K, fracciones I, II, III del Reglamento de la **LGEEPA** en materia de Evaluación de impacto Ambiental (**REIA**).

Cabe señalar que, en el área donde se implantará el **Proyecto** presenta uso de suelo de pastizal cultivado y agricultura de temporal semipermanente, por lo que **no se requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales**.

El **Proyecto** de manera indirecta aporta una solución respecto del calentamiento global, al no utilizar y/o consumir combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica. Sino que este, aprovechará la energía del sol para transformarla en energía fotovoltaica que será inyectada a la Red del Sistema Eléctrico Nacional de la **CFE**. El **Proyecto** se desarrolla en el marco de una creciente demanda de energía por parte de los consumidores y la necesidad de soluciones energéticas amigables con el medio ambiente, buscando disminuir los impactos ambientales negativos que se generan en torno a las actividades actuales de producción de electricidad.

Bajo este orden de ideas, el **Proyecto** es congruente con las directrices establecidas por la reforma energética, encaminadas a suministrar al mercado, energía eléctrica a precios competitivos, con aporte a la disminución de gases de efecto invernadero para disminuir las implicaciones del fenómeno del calentamiento global, y conduciendo al país hacia una economía verde y baja en emisiones de carbono.

II.1.2. Justificación

El aumento en la generación de gases de efecto invernadero y sus implicaciones en el cambio climático global, debido a la quema de combustibles fósiles, así como la volatilidad en los precios de los combustibles fósiles, ha fomentado el desarrollo de alternativas viables para obtener energía eléctrica a un menor costo y con menos efectos adversos al ambiente.

La energía fotovoltaica ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años a nivel mundial. Especialmente en Europa, zona donde se cuenta con una gran capacidad instalada dadas sus múltiples ventajas medioambientales, económicas y sociales. Son muchos los países y gobiernos que al evaluar la energía solar y comprobar sus ventajas, en especial en el área de desarrollo sostenible y cuidado del medioambiente, están apoyando y aportando los medios necesarios para su implementación.

El 28 de noviembre de 2011 en la COP17 (United Nations Climate Change Conference) se tomó la decisión 1/CP.17, la cual se refiere al establecimiento de un grupo de trabajo especial sobre la plataforma de Durban para una acción reforzada, la cual buscaba con urgencia la cooperación de todos los países para mitigar los efectos del cambio climático. Para este efecto, se llevaron a cabo compromisos de mitigación de los miembros para el año 2020; en la cual México, se comprometió a reducir el 22% de sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (**GEI**), y 51/% de carbono negro.

El 20 de diciembre de 2013 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Este conjunto de cambios se conoce como “Reforma Energética”. En la cual, se reformaron los artículos 25, 27 y 28 en materia de energía. El Ejecutivo presentó su iniciativa de Leyes Secundarias en materia energética al Senado de la República el 30 de abril de 2014. Esta contenía cuatro iniciativas para reformar ocho leyes y promulgar siete nuevas.

Para cumplir con los compromisos mencionados anteriormente, el día 11 de noviembre de 2015, se anunció la primera Subasta del Mercado Eléctrico y Certificados de Energías Limpias, los cuales “son herramientas que impulsarán la generación de energía amigable con el medio ambiente” según lo expresado por el titular de la SENER, Joaquín Coldwell.

A partir de la primera Subasta del Mercado Eléctrico y Certificados de Energías Limpias, con la cual se logró triplicar la capacidad instalada de energías limpias[1], se estableció que anualmente se llevaría a cabo al menos una subasta.

De ahí, nació el interés en participar activamente en el mercado eléctrico mayorista de México y, por ende, en la construcción de plantas solares y/o fotovoltaicas.

[1] Programa de Energía, El Colegio de México, 2016

Es importante mencionar que México, es considerado uno de los cinco países más atractivos en el mundo para la inversión en proyectos de energía solar por su ubicación dentro del llamado “cinturón solar”, aunque ocupa el lugar 27 con una contribución de tan solo el 0.71%.

De acuerdo con la Iniciativa Solar, un estudio de la Asociación Mexicana de Energía Solar Fotovoltaica (Asolmex), elaborado en coordinación con PWC (PriceWaterhouseCoppers), México cuenta con una irradiación solar promedio de 6.36 kWh/m² por día, lo que le otorga el potencial de instalar más de 1,800 gigawatts de capacidad en zonas con factores de planta mayores a 20%, es decir, 28 veces la capacidad total instalada en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN)[2].

El recurso solar se da generalmente como una serie de valores por hora para la irradiancia y la temperatura, por un período de un año. Esta serie se llama el Año Meteorológico Típico (TMY).

La fuente utilizada para generar el TMY fue la base de datos PVGIS. Incluye meteorología desde el año 2005 hasta el presente (el período real utilizado puede variar según la ubicación) y tiene una resolución espacial de 4 km por 4 km. La incertidumbre de los datos de PVGIS está comprendida entre ± 3% a ± 10%, dependiendo de la ubicación.

A partir de los datos horarios obtenidos en el TMY, se llega a los siguientes valores:

- Temperatura mínima: 13.02°C.
- Máxima temperatura: 39.87 °C.
- Temperatura media: 24.84 °C.

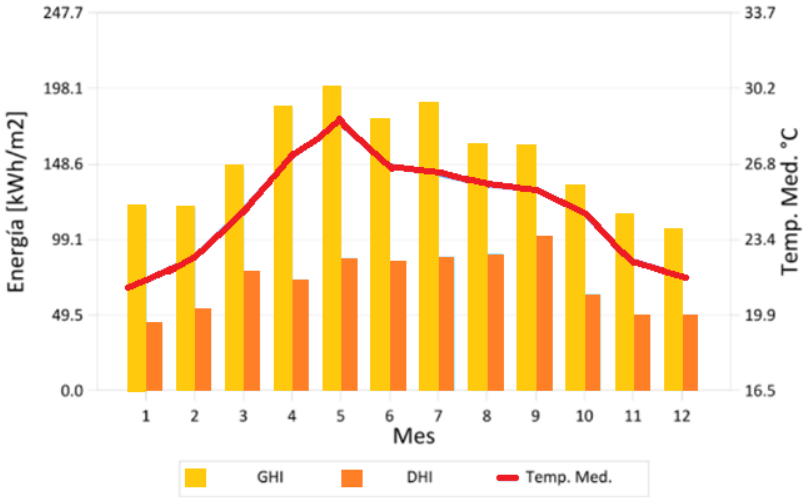
En particular, los predios donde se ubicará el **Proyecto,** presentan una irradiación la cual se muestra en la tabla siguiente.

Tabla II. 1. Valores mensuales del recurso solar

Mes	GHI (KW/m²)	DHI (kWh/m²)	Temperatura (°C)
1	120.1	43.3	21.51
2	119.6	53.2	22.55
3	146.5	78.0	24.73
4	184.5	72.6	27.17
5	197.7	86.6	28.66
6	176.7	84.4	26.72
7	187.0	87.8	26.38
8	160.0	89.6	25.86
9	159.0	100.9	25.63
10	133.5	63.0	24.54
11	114.6	49.5	22.4
12	104.7	49.6	21.74
Total	**1803.8**	**858.7**	**24.82**

[2] https://www.forbes.com.mx/energia-solar-fotovoltaica/

Figura II. 1. Gráfica de recurso solar



El desarrollo de este **Proyecto,** contribuirá con la instalación de una planta de **67 MWac** de energía solar fotovoltaica de potencia nominal, aumentando a la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica renovable y contribuir a satisfacer la demanda del **SEN**.

Adicionalmente, el desarrollo del **Proyecto** contribuirá directamente en la disminución de gases de efecto invernadero.

La energía solar fotovoltaica es una tecnología que presenta numerosos beneficios, ya que genera electricidad de forma limpia y se adapta a las necesidades actuales. Entre sus principales beneficios podemos mencionar los siguientes:

- **No emite Gases de Efecto Invernadero (GEI).** Permite generar energía sin contaminar el aire y contribuye a desacelerar el cambio climático. Por ejemplo, si la electricidad que consumen 10 hogares se generara con energía fotovoltaica, se ahorraría la emisión a la atmósfera del CO_2 equivalente a lo emitido por recorridos de 58,000 km en un auto promedio al año[3].
- **Es costo-efectiva.** La evolución de la tecnología y el crecimiento de la demanda ha permitido que en los últimos años se haya reducido considerablemente el precio de los módulos, además de que sus gastos de operación son significativamente menores a cualquier otra tecnología. Esto permite un mayor desarrollo en este subsector y la posibilidad de un mayor acceso a esta tecnología.
- **Un recurso infinito.** La fuente de energía de un módulo fotovoltaico es el sol, un recurso infinito que irradia de manera suficiente en todos los lugares del planeta (salvo los meses de oscuridad de los polos). Por lo tanto, es un recurso infinito que permite el acceso a fuentes de energía en prácticamente todo el planeta.

[3] https://www.evwind.com/2012/10/11

- **Es modular.** Debido a la característica del sistema que consiste en una serie de módulos cuasi-independientes, un parque solar puede ajustarse al tamaño disponible/requerido y tiene la ventaja de crecer en la escala que se desee.

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto

El **Proyecto** se ubica en el municipio de Loma Bonita en el estado de Oaxaca, dentro de una superficie de 153.014 has. De manera que, en la siguiente tabla se reflejan los Usos de Suelo y Vegetación reportados por los trabajos de campo.

Tabla II. 2. Componentes, uso del suelo y superficies del Proyecto conforme a lo reportado en los trabajos en campo.

Componente	Uso de suelo y vegetación	Superficie (Ha)	% por componente	% general
Área de módulos	Pastizal Cultivado	70,166	45,86	45,86
	Agricultura De Temporal Semipermanente	50,683	33,12	34,64
	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,000	0,00	
Áreas de almacén/ oficinas	Agricultura De Temporal Semipermanente	1,050	0,69	
Batería	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,170	0,11	
Caminos	Agricultura De Temporal Semipermanente	1,100	0,72	
	Pastizal Cultivado	0,924	0,60	0,62
Centros de transformación	Pastizal Cultivado	0,021	0,013597469	
	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,015	0,01	0,37
Línea de transmisión	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,545	0,36	
	Pastizal Cultivado	0,227	0,15	4,71
Áreas de no afectación	Pastizal Cultivado	6,978	4,560446333	
	Agricultura De Temporal Semipermanente	3,883	2,54	2,86
Subestación	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,333	0,22	
Zanjas	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,155	0,10	
	Pastizal Cultivado	0,139	0,09	
Zonas blancas (áreas temporales)	Pastizal Cultivado	10,967	7,17	7,26
	Agricultura De Temporal Semipermanente	5,657	3,70	3,70
Total		**153,0138**	**100,00**	**100,00**

Dentro de los **Anexos, en Apéndice II.1** se incluyen los archivos shapefile, y en el **Apéndice II.2** se presentan los kmz del **Proyecto**.

La ubicación exacta del terreno de conformidad a las coordenadas del polígono general se muestra en la tabla siguiente.

Tabla II. 3. Coordenadas del Área del Proyecto.

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	194115.3340	2000980.1320	24	194778.1880	2001557.9430
2	194159.4570	2001372.7740	25	194911.6940	2001516.1080
3	194160.6456	2001383.0960	26	194940.1990	2001617.1330
4	194157.8945	2001383.8756	27	195369.6680	2001491.7210
5	194194.3674	2001696.4676	28	195307.8170	2001271.0310
6	194176.7531	2001698.5743	29	195132.3450	2001306.9190
7	194179.2469	2001719.4257	30	195078.1600	2001120.7430
8	194217.6526	2001714.8324	31	195178.3950	2001094.4370
9	194207.6059	2001628.7278	32	195046.8370	2000574.9620

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
10	194197.5071	2001542.1762	33	195330.8920	2000532.5220
11	194182.8556	2001416.6036	34	195182.7120	2000014.3500
12	194279.5410	2001383.8450	35	194340.7690	2000223.4140
13	194321.3970	2001369.9040	36	193778.6200	2000364.8210
14	194336.7820	2001364.4510	37	193818.7390	2000373.5770
15	194394.0230	2001345.0580	38	193864.5270	2000382.6440
16	194622.9880	2001267.4860	39	193905.7470	2000391.7340
17	194674.8640	2001458.8530	40	193940.3270	2000402.4560
18	194409.5090	2001534.1280	41	193975.5820	2000422.1230
19	194467.2520	2001743.5120	42	194006.3780	2000448.5710
20	194547.8470	2001718.1210	43	194034.9330	2000490.4730
21	194588.1450	2001705.4260	44	194052.5300	2000531.1270
22	194731.8200	2001660.1630	45	194061.0770	2000576.5500
23	194799.3040	2001649.0630	46	194076.4710	2000679.8740

Por otra parte, la superficie requerida para la Línea de Transmisión Eléctrica (**LTE**) de interconexión del **Proyecto** de la subestación del parque fotovoltaico con la subestación interconexión es de aproximadamente 0.772 has, misma que tendrá una longitud de 0.42 kilómetros con Derecho de Vía o de servidumbre de 21 metros ancho. Las coordenadas que conforman los puntos de apoyo de la LT se obtuvieron en UTM enlistadas en tabla siguiente.

Tabla II. 4. Coordenadas de los apoyos de la LT de 115 kV

Vértice	X	Y
1	194191.48	2001385.27
2	194169.36	2001391.54
3	194187.13	2001543.84
4	194206.01	2001705.65
5	194178.00	2001709.00

Dichas coordenadas se encuentran integradas dentro de **Apéndice II**, **Apéndice II.3**.

A continuación, se muestran los mapas de ubicación y de las superficies del **Proyecto** incluyendo la LTE de interconexión. Así mismo se incluye plano del Proyecto, integrado al Apéndice II, **Apéndice II.4.**

Figura II. 2. Ubicación del Proyecto

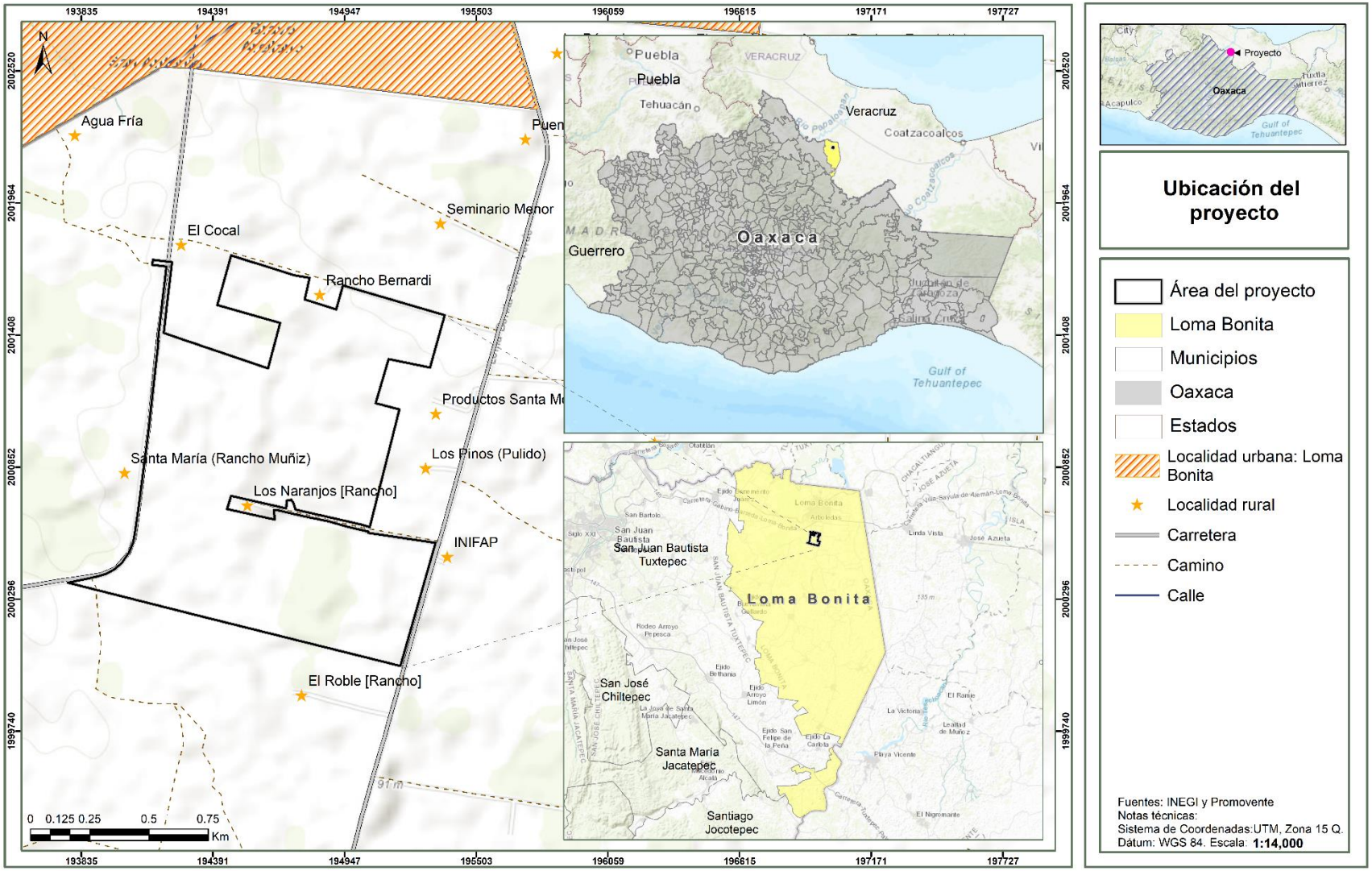


Figura II. 3. Componentes del Proyecto

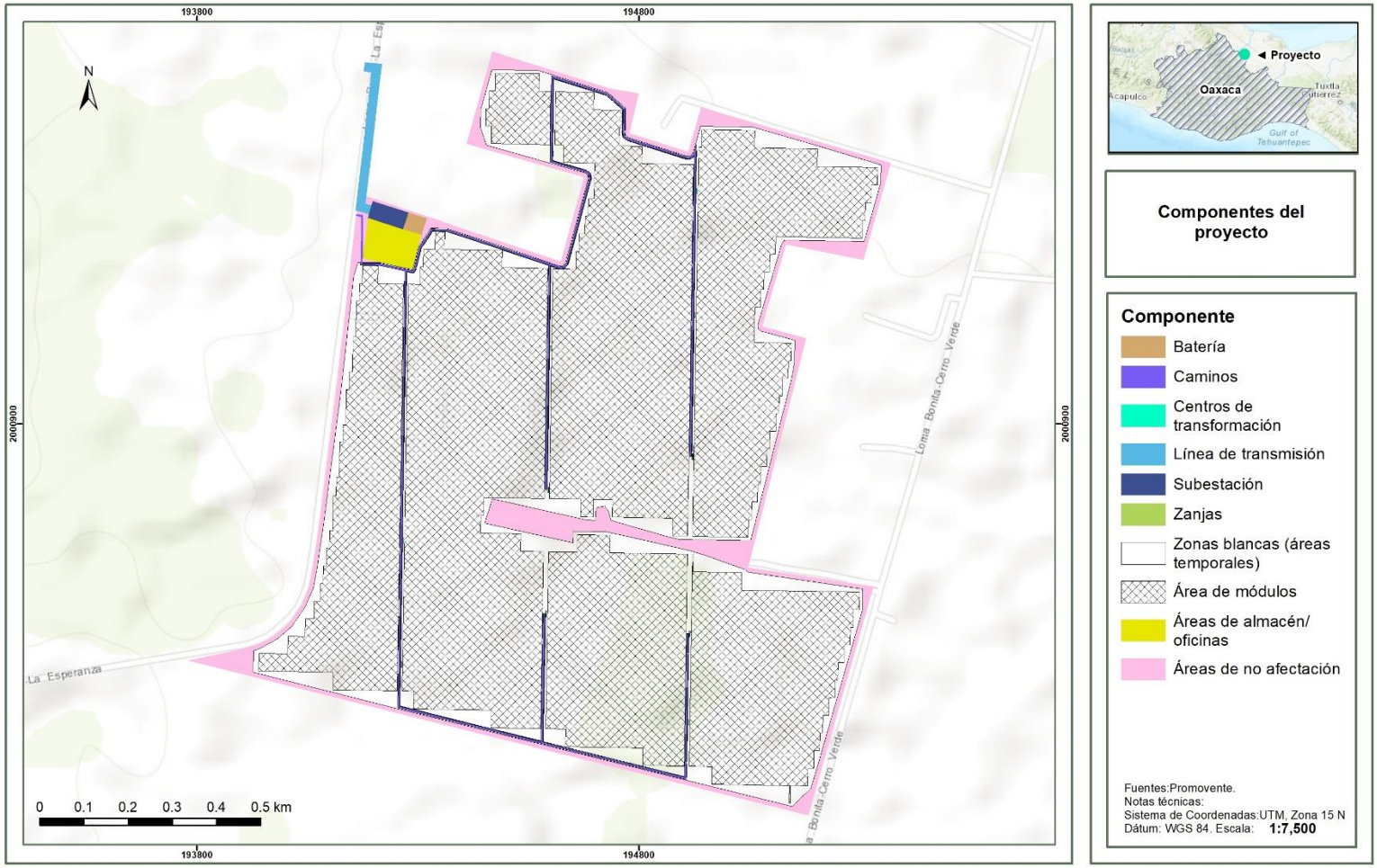
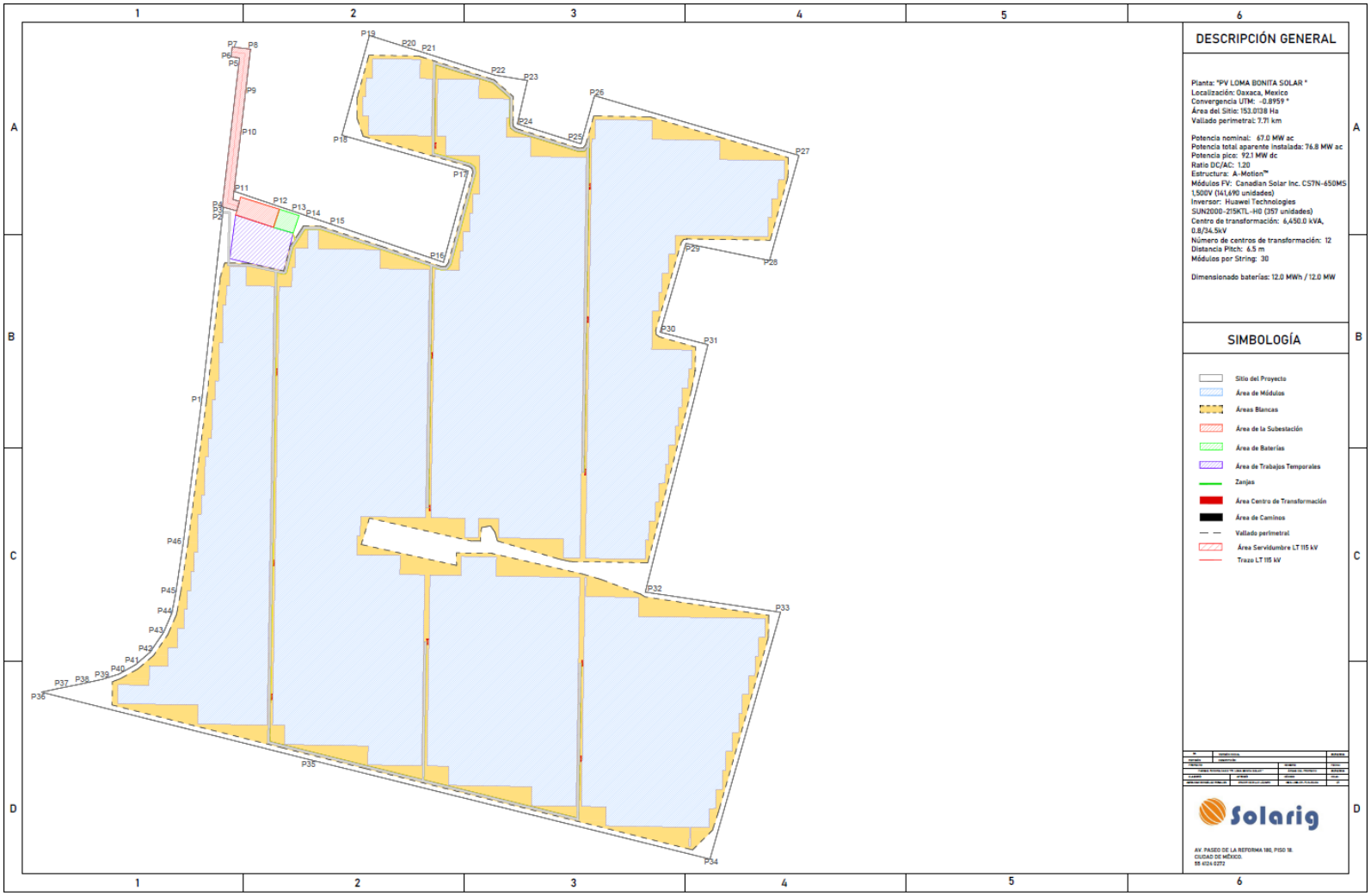


Figura II. 4. Plano del proyecto



II.1.4. Inversión requerida

La inversión del **Proyecto** se desglosa en la siguiente tabla

Tabla II. 5. Costos de inversión del proyecto.

Preparación del sitio y Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono	Total
$ 10,605,025.65 USD	$ 6,220,035.30 USD	$ 3,008,016.00 USD	$ 19,833,076.95 USD

II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa

La potencia nominal del **Proyecto** es de 67 MWac, la potencia instalada 76.80 MWac y la potencia pico de 92.10 MWdc lo que da como resultado un ratio DC/AC de 1.20. Las principales características, se muestran en la tabla siguiente.

Tabla II. 6. Características del proyecto

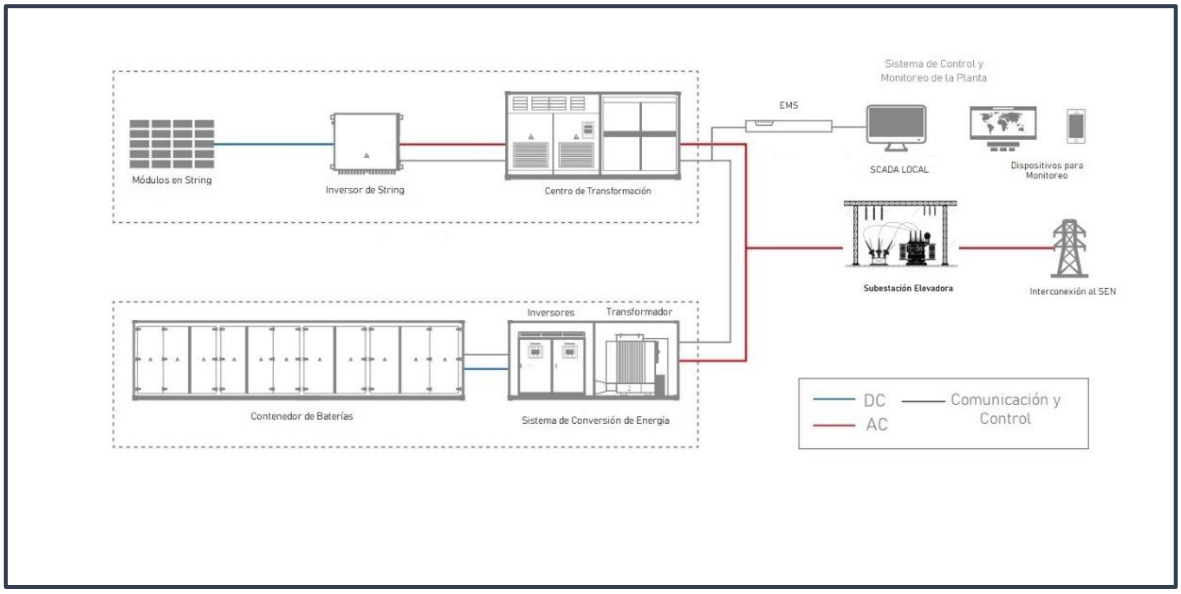
Características principales	Unidad
Potencia nominal (AC)	67.0 MWac
Potencia instalada (AC)	76.80 MWac
Potencia pico (DC)	92.10 MWdc
Ratio DC/AC	1.20
Módulos fotovoltaicos (650.0 Wp)	141,690
Centro de transformación (hasta 6450.0 kW)	12
Número de inversores (hasta 215.0 kVA)	357

El **Proyecto** se compone de los siguientes equipos principales:

- Módulos fotovoltaicos que convierten la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua.
- Seguidor de un eje, que sirve de soporte y orienta los módulos fotovoltaicos para minimizar el ángulo de incidencia entre los rayos solares y la superficie de los módulos durante el día.
- Inversores de string que convierten la energía eléctrica generada en la Corriente Directa (**DC**) de paneles solares de la planta en energía eléctrica en corriente alterna (**AC**).
- Centros de transformación, que contienen el equipo necesario para elevar el nivel de tensión de baja (800 [V]) a media tensión (34.5 [kV]).
- Sistema de almacenamiento de energía BESS conformado por inversores y contenedores de baterías, que permitirá el almacenamiento (parcial) de la energía eléctrica producida por el parque fotovoltaico.
- Subestación Elevadora, donde se concentra la energía proveniente de los centros de transformación y del sistema de conversión de energía BESS. Para ser inyectada a la red pasando por una etapa de elevación de voltaje de media (34.5 kV) a alta tensión (115 kV).

La configuración eléctrica del **Proyecto** se muestra en la siguiente figura:

Figura II. 5. Diagrama simplificado de la configuración eléctrica



A. Módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico seleccionado es el modelo Monofacial CS7N-650MS 1500V, fabricado por Canadian Solar Inc. Tiene una potencia máxima de 650.0 W, y la tecnología de las células es Si-mono. Las características del módulo fotovoltaico elegido se muestran a continuación.

Tabla II. 7. Características del módulo fotovoltaico

Características principales	Unidad
Características principales	
Modelo	CS7N-650MS 1500V
Fabricante	Canadian Solar Inc.
Tecnología	Si-mono
Tipo de módulo	Monofacial
Máxima tensión	1500 V
Condiciones de prueba estándar (Standard test conditions (STC))	
Potencia máxima	650.0 W
Eficiencia	21.01 %
Tensión MPP	37.2 V
Corriente MPP	17.53 A
Tensión a circuito abierto	45.0 V
Corriente de cortocircuito	18.39 A
Coeficientes de temperatura	
Coeficiente de potencia	-0.340 %/°C
Coeficiente de tensión	-0.260 %/°C
Coeficiente de corriente	0.050 %/°C
Características mecánicas	
Largo	2,384.0 mm
Ancho	1,303.0 mm
Grosor	35.0 mm
Peso	35.7 kg

Figura II. 6. Ejemplo de un módulo fotovoltaico Monofacial Si-mono



B. Seguidor de un eje N-S

Los módulos solares fotovoltaicos se montarán en seguidores solares de un eje orientados Norte-Sur, integrados en estructuras metálicas que combinan piezas de acero galvanizado y aluminio, formando una estructura fijada al suelo. En la figura siguiente se muestra un ejemplo de un seguidor de un eje.

Figura II. 7. Ejemplo de un seguidor de un eje**.**



Los seguidores de un eje están diseñados para minimizar el ángulo de incidencia entre los rayos solares y el plano del panel fotovoltaico. El sistema de seguimiento consiste en un dispositivo electrónico capaz de seguir el sol durante el día. Las principales características del sistema de seguimiento se resumen a continuación.

Tabla II. 8. Principales características del seguidor de un eje**.**

Características principales	Unidad
Modelo	A-Motion™
Fabricante	ArcelorMittal Exosun
Tecnología	Single-row
Configuración	1V
Ángulos límite de seguimiento	+60 / -60 °
Altura del punto más bajo	0.8m
Diseñado para módulos	MONOFACIAL
Distancia adicional para el motor	0.0 mm
Distancia adicional para la viga de torsión	0.0 mm

Características principales	Unidad
Distancia entre módulos en la dirección axial	10.0 mm
Distancia entre módulos en la dirección pitch	0.0 mm

C. Inversor de strings

El inversor convierte la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna. Está compuesto por los siguientes elementos:

- Una o varias etapas de conversión de energía de DC a AC, cada una equipada con un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). El MPPT variará la tensión del campo DC para maximizar la producción en función de las condiciones de operación.
- Componentes de protección contra altas temperaturas de trabajo, sobre o baja tensión, sobre o subfrecuencias, corriente de funcionamiento mínima, falla de red del transformador, protección anti-isla, comportamiento contra brechas de tensión, etc. Además de las protecciones para la seguridad del personal de plantilla.

Figura II. 8. Ejemplo de un inversor de string



Las principales características del inversor seleccionado se muestran en la tabla siguiente.

Tabla II. 9. Características del inversor

Características principales	Unidad
Características principales	
Modelo	SUN2000-215KTL-H0
Tipo	STRING
Fabricante	Huawei Technologies
Máxima eficiencia de conversión de DC a AC	98.83 %
Entrada (DC)	
Rango búsqueda MPPT	500 - 1500 V
Tensión máxima de entrada	1500 V
Salida (AC)	
Potencia nominal	215.0 kVA
Potencia a 30 C (datasheet)	215.0 kVA
Potencia a 50 C (datasheet)	200.0 kVA
Tensión de salida	800 V

Características principales	Unidad
Frecuencia de salida	60 Hz

Tabla II. 10. Inversores

Inversores	Cantidad	Entrada DC	Potencia DC	Ratio /DC/AC
SUN2000-215KTL-H0 (215 kWac)	275	13 strings	254 kW	1.179
SUN2000-215KTL-H0 (215 kWac)	82	14 strings	273 kW	1.270

D. Transformador

El transformador de potencia eleva la tensión de salida AC del inversor para lograr una transmisión de mayor eficiencia en las líneas de media tensión de la planta fotovoltaica.

Figura II. 9. Ejemplo de un transformador de potencia



Las principales características del transformador de potencia se indican a continuación.

Tabla II. 11. Características del transformador de potencia

Características principales	Unidad
Potencia nominal	6,450.0 kVa
Relación de transformación	0.8/34.5kV
Sistema de refrigeración	ONAN
Cambiador de tomas	2.5%, 5%, 7.5%, 10%
Corto circuito (Xcc)	0.08

E. Centro de transformación (CT)

Los centros de transformación (**CT**) son edificios o contenedores interiores. La tensión de la energía recolectada del campo solar se incrementa a un nivel más alto con el propósito de facilitar la evacuación de la energía generada. Los transformadores se alojarán en el centro de transformación.

Figura II. 10. Ejemplo de un centro de transformación Indoors



El centro de transformación se suministrará con interruptores de media tensión que incluyen una unidad de protección de transformador, una unidad de alimentación directa de entrada, una unidad de alimentación directa de salida y las placas eléctricas. En particular, para el primer centro de transformación de cada línea de media tensión, la unidad de entrada directa no se instalará. Las características principales del centro de transformación predeterminado se muestran a continuación.

Tabla II. 12. Características del centro de transformación

Características principales	Unidad
Número de transformadores	12
Relación de transformación	0.8/34.5kV
Servicio	Indoor

Tabla II. 13. Centros de transformación de acuerdo al campo DC asociado

Centros de transformación	Cantidad	Número de inversores	Potencia AC	Potencia DC	Ratio DC/AC
1	10	30	6.45 MW	7.741 MW	1.200
2	1	30	6.45 MW	7.722 MW	1.197
3	1	27	5.805 MW	6.962 MW	1.199

F. Configuración eléctrica

El conjunto de generadores fotovoltaicos consta de módulos fotovoltaicos conectados en serie y asociaciones en paralelo. Esta configuración está definida por las características Técnicas del módulo y el inversor, los requisitos del sistema de potencia y las condiciones meteorológicas de la ubicación especifica en México.

La metodología utilizada para definir la configuración eléctrica consiste en dimensionar los strings de módulos, los cuadros de agrupación eléctricos (si hay), el cableado y los inversores para encontrar una configuración eléctrica que satisfaga el objetivo de ratio **DC/AC**. Algunos de los criterios de diseño considerados fueron:

- Alcanzar la tensión máxima en **DC** posible, respetando la tensión máxima nominal de los módulos fotovoltaicos, 1500 V. Esto se hace para minimizar las pérdidas de transmisión de energía de **DC**.
- Sobredimensionamiento del generador fotovoltaico (lado de **DC**) con respecto a la potencia nominal del sistema de **AC**, para maximizar el rendimiento energético.

Las principales características de la configuración eléctrica se muestran a continuación.

Tabla II. 14. Características principales de la configuración eléctrica

Características principales	Unidad
Potencia nominal de la planta	67.0 MWac
Potencia instalada de la planta	76.8 MWac
Potencia pico	92.10 MWdc
Ratio DC/AC	1.20
Módulos por string	30

La red de media tensión que conecta los centros de transformación a la subestación opera a 34.5 kV. Está compuesta por 4 líneas de media tensión.

G. Diseño del cableado eléctrico

El objetivo al calcular las características del cableado eléctrico es minimizar las longitudes y secciones del cable. Las secciones se seleccionan de acuerdo con las normas **IEC 60502-2 e IEC 60364-5-52**.

Para calcular la sección del cable, se consideraron la caída de tensión, la capacidad de carga de corriente y la corriente de cortocircuito. La caída de tensión máxima permitida fue 1.5% para el lado de **DC**, y 0.5% para los cables de **AC** de la red de **MT**.

Un cable de tierra de 35 mm^2 será instalado para las zanjas de baja tensión y media tensión, mientras que uno de 50 mm2 será instalado en el caso de los centros de transformación.

Un resumen de las secciones de cable seleccionadas y su método de instalación se muestra a continuación.

Tabla II. 15. Resumen de las secciones de cable seleccionadas

Sección	Material conductor	Material aislante	Tipo de instalación
De String a inversor			
6 mm^2	Cu	XLPE	Sujeto a estructuras
4 mm^2	Cu	XLPE	Sujeto a estructuras
De inversor a CT			
185 mm^2	Al	XLPE	Enterrada en zanjas
De CT a los switchgears de MT			
400 mm^2	Al	XLPE	Enterrada en zanjas

H. Obras civiles

Algunos de los parámetros considerados para las obras civiles requeridas para construir la planta fotovoltaica se muestran en la tabla siguiente.

Tabla II. 16. Obras civiles

Características principales	Unidad
Distancia entre filas (Pitch)	6.5 m
Distancia entre filas consecutivas	0.4 m
Ancho de camino	4.0 m
Sección máxima de zanjas BT	0.8 m^2
Sección máxima de zanjas MT	1.2 m^2

Para el diseño de la planta fotovoltaica bajo estudio, se utilizaron viales de 4.0 m.

Las zanjas de las carreteras utilizadas para el drenaje y para canalizar el agua se colocan a un lado de las carreteras.

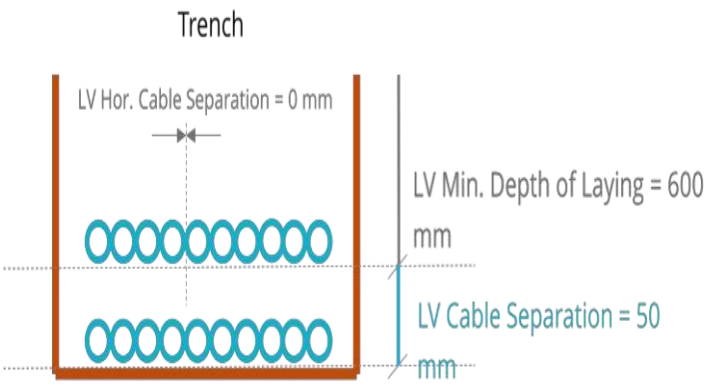
Un perímetro total de 7,714.45 m de vallado rodea las diferentes áreas de la planta fotovoltaica. El vallado tiene 2.0 m de altura y 3.0 m entre postes. Por cada 50.0 m de vallado, un poste de luz de 4.0 m de altura y un sistema de protección de microondas serán instalados. Por cada 100.0 m de vallado, un poste para videocámaras de 6.0 m de altura será instalado.

Los cables de baja tensión entre los inversores de string y los centros de transformación han sido enterrados directamente en zanjas. Las zanjas pueden incluir varias filas de cables. Las zanjas de baja y media tensión están separadas.

La profundidad mínima de los cables de baja tensión es 600.0 mm. Estos cables están pegados horizontalmente, pero tienen una separación de 50.0 mm en vertical.

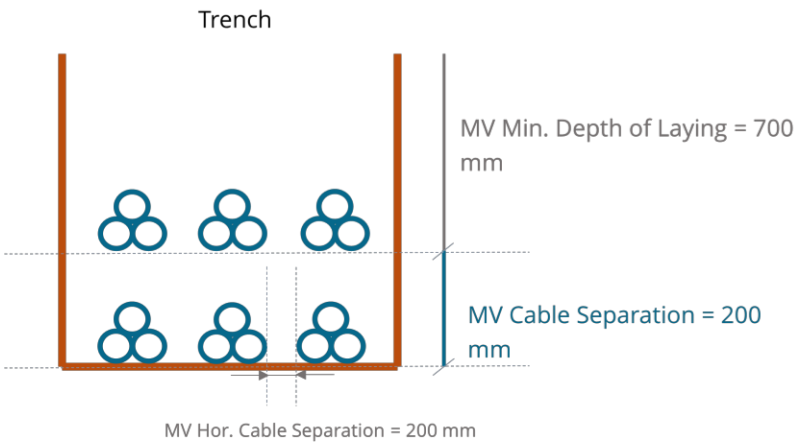
En la siguiente figura, se muestra la sección transversal simplificada de una zanja BT.

Figura II. 11. Sección transversal simplificada de una zanja BT



La profundidad mínima de los cables de media tensión es 700.0 mm. Estos cables están separados por 200.0 mm en la dirección horizontal y 200.0 mm en la dirección vertical. En la figura siguiente, se muestra la sección transversal simplificada de una zanja MT.

Figura II. 12. Sección transversal simplificada de una zanja MT



El espacio horizontal entre las filas de cables y los bordes de la zanja es 50.0 mm. En la tabla siguiente, se muestra la sección de las zanjas usadas en el diseño junto a la longitud total de zanja y el volumen para cada tipo.

Tabla II. 17. Secciones transversales de las zanjas

Tipo de zanja	Sección transversal	Longitud	Volumen
Zanja de baja tensión	400.0 x 1000.0 mm	21,352.79 m	8,541.12 m^3
Zanja de baja tensión	800.0 x 1000.0 mm	645.6 m	516.48 m^3
Zanja de media tensión	800.0 x 1000.0 mm	1,945.03 m	1,556.02 m^3
Zanja de media tensión	400.0 x 1000.0 mm	2,861.95 m	1,144.78 m^3
Zanja de media tensión	800.0 x 1500.0 mm	15.81 m	12.65 m^3

I. Sistema de baterías de almacenamiento de energía

Aparte de la planta fotovoltaica, se ha definido un sistema de baterías con acople en alterna, para el cual se ha reservado un área en la planta. Este sistema de baterías incluye un conjunto de 6 contenedores de baterías y 2 centros de transformación con una potencia nominal total de 12.0 MW y una energía instalada de 12.0 kWh, resultando en una capacidad de almacenamiento de 1.0 horas de descarga.

Tabla II. 18. Características del sistema de almacenamiento

Características	Unidad
Características principales (Container)	
Modelo	LUNA2000-2.0MWH-1H0
Tensión nominal	1200 Vdc
Capacidad nominal	2,064 kW
Rango de Temperatura de Operación	-30°C ~ 55°C
Temperatura de Almacenamiento Baterías	-40°C ~ 60°C
Peso	≤ 30 ton
Dimensiones (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm
Características Battery Pack	
Material de celda	LFP

Características	Unidad
Configuración del paquete	16S 1P
Tensión Nominal	51.2 V
Capacidad nominal	320 Ah/16.38 kWh
Carga y Descarga admitida	≤ 1 C
Peso	≤ 140kg
Dimensiones (W x H x D)	442x307x660 mm

J. Áreas de Almacén y Oficinas.

El área en comento estará conformada por los siguientes elementos y se realizarán las siguientes actividades:

- **Oficinas móviles modulares.** Se considera la instalación de oficinas móviles modulares distribuidas entre el contratista general y el personal del Promovente.
- **Área de almacenamiento de equipos.** El Proyecto contará con un almacén para equipos eléctricos, materiales, materiales, herramientas y elementos de protección personal que requieran de un resguardo.

K. Caminos.

Consiste en realizar el acondicionamiento de caminos internos que conectan las áreas de los módulos con el área de almacén y oficinas, mediante la utilización de maquinaria pesada con la finalidad de hacerlos transitables para el acceso de vehículos, maquinaria, materiales y personal durante las actividades constructivas y operativas y con esto disminuir la afectación y el suelo.

L. Áreas temporales de afectación (Zonas Blancas y zona de sanitarios).

Las zonas blancas corresponden a las zonas contiguas a las áreas de los módulos, las cuales serán utilizadas para el tránsito y la ubicación temporal de la maquinaria pesada y equipos (Páneles, estructura metálica, entre otros) previo a su instalación dentro de la etapa constructiva. De manera que para la etapa de operación se mantendrán libres de cualquier afectación.

Se instalarán sanitarios móviles a razón de 1 por cada 20 trabajadores en el área de acceso a la oficina, así como vestidores. En algunos frentes de trabajo de instalarán sanitarios móviles los cuales se irán desplazando conforme avance el frente de trabajo.

II.2.1. Programa de trabajo

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

- Preparación del sitio y construcción: 5 años
- Operación y mantenimiento: 30 años
- Desmantelamiento y cierre: 1 año

Tabla II. 19. Programa de trabajo del Proyecto

Descripción	Años																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Preparación del sitio																																				
Limpieza y despalme																																				
Trazo y nivelación																																				
Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones																																				
Cortes																																				
Rellenos																																				
Construcción																																				
Parque fotovoltaico																																				
Obra civil (área de módulos, baterías, centro de transformación, zanjas, caminos, áreas de almacén y oficinas, áreas temporales de afectación (Zonas blancas)																																				
Obra electromecánica																																				
Subestación eléctrica																																				
Obra civil																																				
Obra electromecánica																																				
Línea de transmisión																																				
Obra civil																																				
Obra electromecánica																																				
Operación y mantenimiento																																				
Operación (parque fotovoltaico, subestación eléctrica, LT)																																				
Mantenimiento (parque fotovoltaico, subestación eléctrica, LT)																																				
Desmantelamiento y cierre																																				
Desmontaje de instalaciones																																				
Restauración del terreno																																				

II.2.2. Preparación del sitio y construcción

II.2.2.1. Preparación del sitio

La etapa de preparación del sitio comienza con la elaboración de un estudio geotécnico para determinar las acciones que se deben llevar a cabo respecto al acondicionamiento de los predios destinados para que la construcción de la planta fotovoltaica se lleve a cabo de manera ordenada, causando los menores impactos posibles y facilitar la ejecución de las obras complementarias.

El objetivo de estos trabajos es obtener una superficie adecuada para la construcción que tenga como resultado una superficie homogénea, firme, con una compactación y resistencia mecánica adecuada para una correcta ejecución de fundaciones, canalizaciones y vías de acceso. Las actividades por realizar incluyen el desmonte y/o despalme de vegetación, el trazado y delimitación del **Proyecto**. Una vez obtenidos los permisos de construcción correspondientes se iniciará con los trabajos de preparación del sitio, consistentes en:

A. Limpieza y despalmes

Limpieza. El desmonte es la remoción de la vegetación herbácea existente. Los trabajos de limpieza se subdividen en dos partes: tala y roza. Para los trabajos de tala se cortarán arbustos y herbáceas que se consideren necesarios de remover. Se realizarán por medios mecánicos con el método de derribo direccional. La roza será para eliminar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembra y será realizada por medios mecánicos con tractor equipado con cuchillas o motoconformadora.

Despalme. Esta actividad consiste en retirar la cubierta orgánica, desbroce, retiro de malezas y aquellos objetos que obstaculicen la construcción de la planta fotovoltaica. En caso de requerirse despalme, será realizado con la maquinaria pertinente para estos trabajos. El material producto de despalme se cargará y transportará al sitio o banco de material de tiro autorizados por las autoridades ambientales locales, en vehículos con cajas cerradas o protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno. En caso de ser posible, este material será utilizado para rellenos.

B. Trazo y nivelación

Las actividades de trazo y nivelación tienen como objeto acondicionar el terreno para la instalación de infraestructura del parque de forma adecuada y de acuerdo con las condiciones de este, procurando tener la menor afectación posible.

El trazo y nivelación se realiza colocando puntos de referencia mediante el trazado con aparatos topográficos, donde se ubicarán postes con un nivel determinado. A través del uso de niveletas y clavos se marcarán las áreas a desplantar, excavaciones o demás actividades que requiera el **Proyecto**.

Se buscará un diseño del sistema, el cual evite un movimiento excesivo de tierras, que se adapte a los desniveles existentes del terreno.

C. Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones

Las excavaciones se realizarán a través de medios mecánicos. Se realizarán distintos tipos de excavaciones, variando en profundidad y tamaño dependiendo de su propósito. La sección de excavación será de acuerdo con las dimensiones del **Proyecto** y a su ingeniería de detalle. Todo el

material excavado que sea apto para para el relleno posterior de la excavación se depositará a los costados de la excavación a una distancia de 1.5 m. Todo el material que sea un excedente o no cumpla con las características para ser utilizado como relleno será retirado a un lugar previamente establecido y autorizado dentro o fuera de la obra.

Los caminos de accesos e interiores contemplarán un cajeo de 10 a 20 cm. Para la plataforma de la subestación se hará una excavación aproximada de 50 cm de profundidad, dependiendo del estudio geotécnico.

El trazo de las excavaciones y la ejecución de estas debe de realizarse con precisión, de tal forma de que las deviaciones no excedan 5 cm de lo contemplado en el **Proyecto**. El fondo de las excavaciones debe ser afinado de tal forma que los elementos que en estas se depositen se hagan conforme al **Proyecto**, considerando pendientes y distancias establecidas.

Se considera el riego al material de la excavación acumulado para evitar la aspersión de partículas.

Para la realización de los trabajos se considera utilizar el siguiente equipo:

- Retroexcavadora con cargador frontal
- Camión de volteo 7 m^3
- Camión de volteo 14 m^3
- Vibrocompactador 66”
- Camión Pipa

Los drenajes pluviales incluirán la construcción de cunetas tipo, se harán conforme al tipo de suelo presente en sitio. Las cunetas tipo tendrán una sección de un metro de ancho para ramales secundarios y para los colectores principales serán de 1.5 m de ancho. La profundidad de cada uno dependerá de las condiciones del sitio.

Se considera construir los drenajes con tubería **PEAD** de un metro de diámetro, con aleros y cabezal prefabricado, sin embargo, la sección se definirá conforme a los estudios, hidráulico e hidrológico.

De acuerdo con la topografía obtenida, no se considera el movimiento de tierras para nivelación, sin embargo, en caso de ser necesario, en aquellas zonas donde las pendientes norte-sur sobrepasen el 10%, la nivelación se hará mediante el material obtenido de bancos autorizados.

D. Cortes y rellenos

Los cortes se realizarán a través de medios mecánicos, utilizando retroexcavadora y dumper o camiones de volteo para el traslado del material. Todo material apto para ser utilizado como relleno se almacenará en un área determinada. Aquel material no apto para su uso como relleno será depositado en un área a determinar, cumpliendo con lo que sea señalado por la autoridad correspondiente.

Los caminos interiores de la planta fotovoltaica serán realizados con material de banco. El material será una mezcla de grava y/o piedras trituradas con arena, libre de basura, restos orgánicos o cualquier otro material.

Para rellenos de zanjas donde se instalen tuberías, se utilizará preferentemente el material extraído durante la excavación, siempre y cuando este material sea apto y cumpla con las características indicadas en la norma **N·CMT·1·01/16**. Las tablas siguientes muestran las características Técnicas del material a emplear como base y como sub-base.

Tabla II. 20. Características de calidad del material de relleno

Requisitos de calidad del material para base		Requisitos de calidad del material para subbase.	
Característica.	Valor %	Característica.	Valor %
Limite liquido máx.	25.0	Limite liquido máx.	25.0
Índice plástico Max.	6.0	Índice plástico Max.	6.0
Equivalente de arena Mín.	40.0	Equivalente de arena Mín.	40.0
CBR mínimo.	80.0	CBR mínimo.	80.0
Grado de compactación mín.	95.0	Grado de compactación mín.	95.0
Partículas alargadas y lajeadas.	40.0	Desgaste de los ángeles	35.0
Desgaste de los ángeles	35.0		

Tabla II. 21. Requisitos de granulometría del material de relleno

Requisitos de granulometría del material para base		
Característica		Valor %
Abertura mm	Designación	% que pasa
37.500	1 1|/2”	100.00
25	1”	70-100
19	3/4”	60-100
9.50	3/8”	40-100
4.72	No. 4	30-80
2	No.10	21-60
0.85	No. 20	13-44
0.425	No. 40	8-31
0.250	No. 60	5-33
0.1500	No. 100	3-17
0.0750	No. 200	0-10
Requisitos de granulometría del material para sub-base		
Característica		Valor %
Abertura mm	Designación	% que pasa
75	3”	100.0
50	2”	85-100
37.5	1 ½”	75-100
25	1”	62-100
19	3/4”	54-100
9	3/8”	40-100
4	No.4	30-100
2	No.10	21-100
0.85	No.20	13-92
0.425	No.40	8-75
0.25	No.60	5-60
0.15	No.100	3-45
75	No.200	0-25

Los bancos de materiales a utilizar se determinarán basados en el estudio geotécnico y topográfico de las áreas cercanas del **Proyecto** y que cuenten con autorización en materia de impacto ambiental.

Para los acarreos de los materiales se utilizarán camiones de volteo de caja cerrada cubiertos con lonas para evitar la aspersión de partículas. Si los traslados se efectúan sobre caminos de terracería,

estos se mantendrán húmedos, mediante el riego con pipas de agua para evitar la afectación a terceros.

El relleno se realizará empleando material apto y libre de piedras, el material se colocará y compactará por capas sucesivas de 20 cm. Cuando por órdenes de la dependencia responsable o características del **Proyecto** se señale que el relleno de las excavaciones debe ser efectuado bajo especificaciones de la técnica de compactación “PROCTOR”, se señalará el espesor de capas, contenido de humedad del material, procedimiento y todo lo necesario para lograr la compactación óptima. Todo aquel material obtenido a través de los cortes que cumpla con las características establecidas para el relleno será empleado.

E. Obras y actividades del Proyecto

Durante la etapa de construcción del **Proyecto** se consideran la realización de obras e instalaciones temporales, (Zonas blancas), así como un área de almacén y oficinas, que incluyen la instalación de acopios y sanitarios.

La instalación de oficinas, sanitarios, almacenes y talleres podrán ser del tipo container. Se destinará un espacio como estacionamiento de vehículos, maquinaria y equipo de construcción. También, se destinará un área cercada para el almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos que se generen durante los trabajos de construcción, así como, un área que sirva como zona de acopio de los materiales y equipos a instalar: equipo eléctrico, estructuras, paneles fotovoltaicos, etcétera.

Se considerará la instalación de un sanitario por cada 20 personas dentro de las Zonas blancas. Los sanitarios y el agua necesaria para estos, será suministrada por una empresa sanitaria certificada y que cuente con las autorizaciones por las autoridades correspondientes.

Al término de los trabajos de construcción, las instalaciones provisionales serán retiradas del sitio por la empresa constructora. Estas obras consideran un impacto mínimo dada su naturaleza y temporalidad.

II.2.2.2. Construcción

La construcción del **Proyecto** “PV Loma Bonita Solar” considera las obras civiles y electromecánicas del parque fotovoltaico, la subestación eléctrica y la línea de transmisión que interconectará el parque con el Sistema Interconectado Nacional. Durante esta fase, se considera que serán contratadas al menos 200 personas durante la fase pico del **Proyecto**. A continuación se describen las obras necesarias para la implementación del **Proyecto**.

A. Parque fotovoltaico

A.1. Obra civil

Los trabajos civiles del parque fotovoltaico contemplan la instalación de un cercado perimetral con el objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta. El acceso a la misma se realizará a través de un camino habilitado para tal fin.

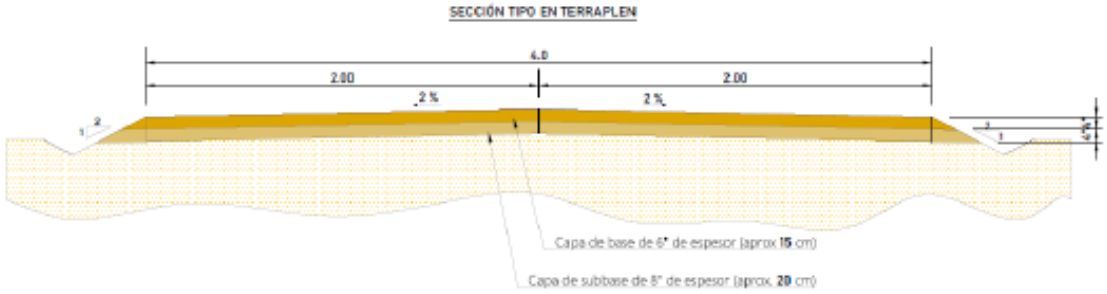
El vallado perimetral se realizará colocando una malla ciclónica de 2.5 m de altura a lo largo de todo el perímetro del predio. Esta malla se colocará utilizando postes metálicos de 48 mm de diámetro y

de 1.5 mm de espesor, malla ciclónica con galvanizado en caliente 11 y apertura de 63 mm, alambre de púas de 3 filas y cimentación de concreto de (0.30x0.30x0.70) cm.

Adicional al cercado se contemplan los caminos internos a la planta para el personal operativo de la misma, esto incluye accesos vehiculares y peatonales para tal fin.

Los caminos internos estarán conformados por una capa base de 15 cm de espesor sobre una capa subbase de 15 cm de espesor, considerando un ancho de 4 m. Para la ejecución de la capa subbase se realizará un cajeo en el terreno con una profundidad variable de 10 a 20 cm. Los taludes del camino se realizarán con el material de la excavación. La siguiente muestra la sección tipo en terraplén de los caminos internos.

Figura II. 13. Sección tipo de los caminos internos



Las Power Stations, tan solo necesitarán la adecuación del terreno mediante losas, donde serán instaladas. Las losas para la colocación de las Power Station serán a base de concreto con resistencia de 250 kg/cm^2, con un área de 30 m^2 y un espesor de 0.25 m.

A.2. Obra electromecánica

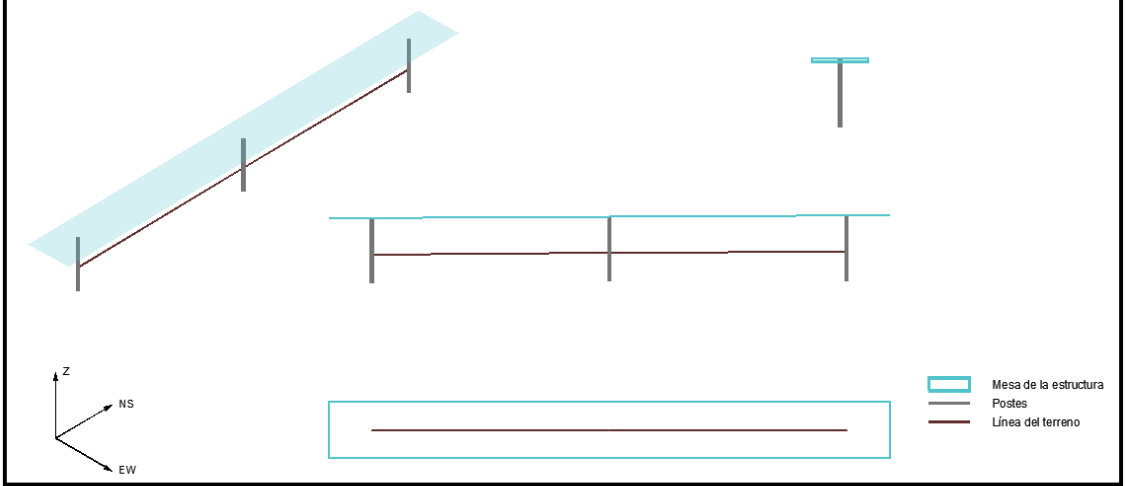
La obra electromecánica considera toda la instalación de los equipos que conforman el parque, como son los paneles fotovoltaicos o los cableados subterráneos. A continuación se mencionan los trabajos que contempla la obra electromecánica al interior del parque.

Estructura metálica. Las estructuras metálicas serán hincadas directamente en el suelo. La profundidad dependerá de las características del terreno y de la carga a soportar. Una vez colocadas las incas, se colocará sobre ellas los seguidores o trackers, módulos fotovoltaicos, inversores de string, etcétera. La profundidad aproximada es de 1.5 m. El montaje de los elementos sobre la estructura será de forma manual.

Montaje de paneles fotovoltaicos. Los paneles fotovoltaicos serán montados manualmente sobre los seguidores. Los paneles serán conectados entre ellos para lograr las especificaciones de tensión y potencia según el **Proyecto**, los cables de conexión serán llevados a través de la propia estructura o por zanjas preparadas para recibir el cableado, hasta los inversores.

Figura II. 14. Montaje tipo de panel fotovoltaico

Structure AA1-S369



Posición del centro de la mesa (UTM)	E 743588.26 - N 2136132.04 m
Elevación del terreno	1.38 m a.m.s.l.
Movimientos de tierra	No
Pendiente (dirección de fila o eje)	0.58 %
Pendiente (dirección pitch)	1.05 %
Número de postes	3
Poste más largo	2.76 m
Poste más corto	2.73 m

Cableado subterráneo. El cableado entre los paneles puede ser conducido a través de las mismas estructuras en las que son montados o por zanjas hasta los inversores. Los inversores se conectarán a los Centro de Transformación a través de cable conducido por zanjas. Los cables de media tensión que conectan a los Centros de Transformación con la subestación eléctrica serán conducidos a través de canalizaciones subterráneas.

Zanjas de media y baja tensión. Las zanjas de media y baja tensión tendrán una profundidad aproximada de (0.8 X 0.6) m, o lo que se especifique en el **Proyecto**. Se pondrá una capa de arena de 10 cm de ancho al fondo de la zanja sobre la cual se depositará tubería. El relleno restante se realizará con el material de la excavación en caso de ser opto o bien, con material de banco que cumpla los requisitos.

Tendido y conexión de cable de media tensión. El tendido del cableado de media tensión XLPE, se instalará manualmente o con malacate.

Montaje de los Centros de Transformación. Serán montadas por medio de grúas sobre las losas de cimentación.

Todo el terreno que no sea utilizado como camino interno, losa de cimentación o zanja se conservará en su estado natural.

B. Subestación eléctrica

B.1. Obra civil

Los trabajos civiles de la subestación eléctrica contemplan la creación del edifico de control, las cimentaciones para los equipos eléctricos y estructuras del arreglo de alta tensión. A continuación, se mencionan los trabajos civiles de la subestación eléctrica.

Barda perimetral. La barda perimetral es el elemento que delimita los predios de la subestación y resguarda el equipo al interior de esta. La barda perimetral de la subestación se elaborará de la misma forma que el vallado perimetral del parque fotovoltaico, es decir, se realizará colocando una malla ciclónica de 2.5 m de altura a lo largo de todo el perímetro. Esta malla se colocará utilizando postes metálicos de 48 mm de diámetro y de 1.5 mm de espesor, malla ciclónica con galvanizado en caliente 11 y apertura de 63 mm, alambre de púas de 3 filas y cimentación de concreto de (0.30x0.30x0.70) cm.

Cimentaciones de edificios y estructuras. Las cimentaciones son los elementos sobre los cuales se instalarán las estructuras de los equipos principales, así como la edificación de las casetas. Las cimentaciones variarán en diseño y tamaño de acuerdo con su objetivo, pero en general se contempla la excavación donde se colocará la cimentación, el armado del acero de refuerzo y el colado de concreto de distintas resistencias.

Edificio de control. Este edificio alojará los equipos de control y medición, celdas de media tensión, servicios sanitarios y bodega. Las cimentaciones de este edificio serán con zapatas aisladas o losa de cimentación, esto considerando la mecánica de suelos del terreno. Las losas de techo, entrepisos trabes y columnas deberán de ser de concreto reforzado y los muros serán de block.

Sistema de Almacenamiento con baterías. El **Proyecto** tiene contemplada la instalación un sistema de almacenamiento de energía con una capacidad de 12 MWh/12MW. Las baterías se instalarán en contenedores prefabricados para una fácil y rápida

Pisos terminados. En el área donde se encuentren los equipos eléctricos principales (bahía) se deberá colocar una membrana que impida el crecimiento de hierba, así como una base de grava que permita mantener un adecuado drenaje superficial.

B.2. Obra electromecánica

Se considera la obra electromecánica de la Subestación Eléctrica al montaje de las estructuras mayores y menores, al montaje de los equipos primarios, al sistema de tierras, al montaje de los equipos de protección, medición y control. A continuación, se describen los trabajos electromecánicos para dicha obra.

Sistema de Tierras. El sistema de tierras tiene como objetivo brindar protección a los equipos y para todo el personal durante la operación del **Proyecto**, para este sistema se contempla la instalación de una cuadricula formada por conductores de cobre desnudo enterrados directamente en el suelo, conectando en puntos estratégicos, según el estudio del sistema de tierras, a varillas tipo Copperweld alojadas en registros.

Montaje de estructuras mayores y menores. Se consideran las estructuras mayores a las columnas y trabes formadas de celosía metálica en las que se montarán los buses de alta tensión. Las estructuras menores son aquellas estructuras metálicas donde se montan los equipos de medición, control y protección, como pueden ser apartarrayos, TP’s, TC’s, etcétera.

La instalación de las estructuras requiere de las actividades de obra civil como excavación, plantilla de concreto, acero de refuerzo, cimentaciones, relleno y compactado, ductos ocultos, registro de concreto armado, y pisos terminados.

Tendido de buses. Los buses estarán conformados por cable ACSR que serán soportados en las estructuras mayores según diseño del **Proyecto**, considerando elementos como aisladores, herrajes, conectores, cables de guarda, etcétera. Estos elementos serán montados con ayuda de grúa.

Montaje de equipos. Los equipos primarios, así como equipos de medición, serán montados con grúa sobre las estructuras menores de acuerdo con el **Proyecto**. Los equipos de control y medición que se encuentren en gabinetes serán ubicados dentro de la caseta de control.

Tendido de cable de fuerza, control y medición. Dentro del perímetro de la Subestación Eléctrica tanto el cableado de fuerza, control y medición debe ser dispuesto en trincheras apropiadas y/o ductos subterráneos. Para evitar la acumulación de agua y salvaguardar su integridad. Para evitar este tipo de daños, se deben tomar en cuenta las pendientes adecuadas, registros colectores y drenaje eficiente, las trincheras y registros deben contar con tapas de fácil colocación y remoción. En esta edificación, los conductores serán canalizados a través de charolas de aluminio o charofil, según corresponda el diseño de **Proyecto**. El tendido del cableado se realizará de forma manual, se deberá de identificar cada cable y se debe de comprobar su continuidad para evitar fallos.

Montaje de Transformador de Potencia.

Para este equipo se construirá una bancada adecuada, a la intemperie, que contempla la cimentación de apoyo, y una fosa contenedora de aceite en caso de existir algún derrame. La fosa deberá tener la capacidad de almacenamiento hasta del 40% de la capacidad total del aceite del transformador.

C. Línea de transmisión

C.1. Obra civil

Dentro de la obra civil para la construcción de la línea de transmisión que interconecta al parque fotovoltaico con el sistema eléctrico nacional, se consideran excavaciones, armado, relleno y compactado de las cimentaciones.

Excavaciones. Las excavaciones se realizarán de acuerdo con el **Proyecto** y el resultado del estudio geotécnico realizado. Si las cimentaciones son por pilote, se realizarán excavaciones alrededor de 1.2 m de diámetro y 9 m de profundidad. Si el terreno donde se hace la excavación para la cimentación se encuentra roca sana antes de los 3 m, se realizarán barrenaciones a la roca de acuerdo con las necesidades de soporte de esfuerzos mecánico que sufran las torres de transmisión. Las anclas seleccionadas en este caso se deberán colocar dentro de las barrenaciones y se rellenarán los espacios con mortero aditivo expansor.

Acero de refuerzo. Las cimentaciones contarán con armado de varillas de acero según especificaciones del diseño de la cimentación.

Colado de concreto en cimentaciones. El concreto que se deberá utilizar en el colado de las cimentaciones deberá de cumplir con las características de resistencia que se especifiquen en el diseño de estas según el estudio geotécnico y esfuerzos mecánicos a soportar.

Relleno y compactado de cimentaciones. Una vez realizada la cimentación, se deberá rellenar las cepas generadas, preferentemente con el material resultante de la excavación. En caso de que dicho material no cumpla con las características necesarias, se deberá utilizar material de banco autorizado por las autoridades locales.

C.2. Obra electromecánica

La obra electromecánica de la línea de transmisión considera el montaje y excavación de las estructuras, el montaje de las cadenas de aisladores, herrajes y conectores, así como los cables conductores y de guarda. A continuación, se mencionan los trabajos asociados a la obra electromecánica de la línea de transmisión.

Trabajos de Excavación. Se efectuarán las excavaciones necesarias para formar la sección de desplante de las cimentaciones de las estructuras de soporte, ubicadas de acuerdo con la ingeniería de detalle del **Proyecto**. Las herramientas destinadas para estas actividades serán del tipo hidráulico o neumático.

Se tomarán las medidas adecuadas para evitar dañar a personas, animales y vehículos, cercándolas con cinta de señalización hasta 1.3 m, colocando la señalización pertinente.

Montaje de estructuras. El montaje de las estructuras consiste en el armado de las torres de acero estructural galvanizado que servirán como soporte de la línea de transmisión. El montaje de las estructuras se realizará por partes, armando algunas de las partes a nivel del suelo y después serán colocadas en su posición mediante el uso de una grúa.

Vestido de estructuras. El vestido de las estructuras consiste en la colocación de los herrajes, aisladores, placas de aviso de peligro, numeración de las estructuras y accesorios en general de las torres que se preparan para el tendido de cables.

Tendido y tensionado de cable de guarda y conductor. El cable de guarda y el cable conductor serán colocados en la estructura y tensionados hasta dejar los valores de tensión y flecha señalados en el **Proyecto**. Se tensionarán utilizando el método de tensión mecánica controlada.

C.3. Obras asociadas al Proyecto

Los trabajos a realizar para estas obras en el **Proyecto**, en las Zonas Blancas, así como en las Áreas de almacén y oficinas son las siguientes:

Almacenes, recipientes, bodegas y talleres. Se considera la construcción de un almacén para herramientas y repuestos de aproximadamente 300 m².

Campamentos, dormitorios, comedores. No se construirá ningún tipo de esta infraestructura.

Instalaciones sanitarias. En las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán sanitarios móviles, estos estarán a cargo de una empresa especializada en el manejo de residuos sanitarios. Se contempla la instalación de un sanitario móvil por cada 20 empleados. Los residuos sanitarios serán tratados por la o las compañías autorizadas para tales efectos y para su disposición y previniendo con ello, la contaminación del suelo o de otros elementos naturales.

Abastecimiento de energía eléctrica. Durante la fase de construcción se prevé el uso plantas generadoras móviles y un contrato de suministro de servicio básico de electricidad durante la operación y mantenimiento.

C.4. Personal

Se tiene previsto que en la etapa pico de la construcción del **Proyecto** se tengan contratados aproximadamente **200 empleados de forma temporal**. Se buscará que estos empleados sean principalmente personas de las comunidades cercanas. Durante la fase de operación se contempla contar con una plantilla de alrededor de 20 personas trabajando permanentemente.

C.5. Insumos

A continuación, se mencionan los insumos que se tienen contemplados durante la realización del **Proyecto**.

Electricidad. Durante la construcción del **Proyecto** se tiene considerado que el suministro de energía eléctrica sea a través de dos generadores móviles de 50 kVA. Los generadores deberán cumplir con las medidas de seguridad y calidad, colocándose sobre una base de un material impermeable que impida que ante cualquier derrame de combustible o aceite se filtren al suelo.

Combustible. Se contará con una empresa abastecedora de combustible que cuente con las legislaciones vigentes sobre el transporte de combustibles líquidos.

Agua. Toda el agua que se utilice en la construcción del **Proyecto,** se obtendrá mediante terceros autorizados en la materia. El agua será llevada al **Proyecto** mediante pipas de 10 mil o 15 mil litros. El agua de consumo humano será transportada en garrafones de 20 litros.

Concreto. El concreto utilizado en la construcción del parque fotovoltaico será suministrado por una empresa externa que cuente con las autorizaciones y certificaciones correspondientes.

C.6. Aguas residuales

El manejo de las aguas residuales será llevado a cabo por la empresa autorizada que se contrate para este servicio. Se contempla la instalación de 1 sanitario portátil por cada 20 empleados. Generalmente los baños móviles reciben una limpieza por lo menos semanal en la que se colectan las aguas residuales y sedimentos. Estos residuos generados serán tratados a través de compañías autorizadas para tales efectos y para su disposición y previniendo con ello, la contaminación del suelo o de otros elementos naturales. No se instalará planta tratadora de aguas residuales en el **Proyecto**.

II.2.3. Operación y mantenimiento

II.2.3.1. Operación

La operación del parque fotovoltaico consiste en aprovechar la energía que llega a la tierra en forma de radiación solar y transformarla en energía eléctrica. En este proceso los paneles fotovoltaicos son los encargados de captar y transformar la radiación solar. Los paneles son conectados en una combinación serie y paralelo para lograr las características de tensión y potencia requeridos para conectarse a los inversores strings. Los inversores se encargan de transformar la corriente eléctrica directa a corriente alterna, también se encargan de encontrar el punto óptimo de operación de los paneles fotovoltaicos para obtener el mayor aprovechamiento energético.

La corriente alterna a la salida de los inversores se conectará a los transformadores BT/MT para evacuar la energía producida en la planta a través de la red de media tensión. A este conjunto se le conoce como Centros de Transformación.

Los 12 Centros de Transformación, serán conectados en tipología tipo radial para conducir la energía producida, hasta los equipos que pertenecen a las celdas de media tensión. En la Subestación Eléctrica se elevará el nivel de tensión, mediante el transformador de potencia, para la inyección de energía al Sistema Interconectado Nacional.

Durante todo este proceso, se requiere un constante monitoreo de todos los equipos y de la energía producida, a su vez debe ser coordinada la operación de la planta, con el operador de red, en sus distintos modos de control.

II.2.3.2. Mantenimiento

El mantenimiento consiste en los trabajos que tienen como objetivo cuidar y prolongar la vida útil de los equipos. Todos los equipos requieren mantenimiento, la naturaleza y periodicidad de estos depende de cada uno de los equipos. A continuación, se mencionan los distintos tipos de mantenimientos a realizar durante la vida útil del **Proyecto**.

Mantenimiento a paneles fotovoltaicos. Los paneles fotovoltaicos requieren de limpieza periódicamente, que depende de las condiciones ambientales que hacen que los paneles acumulen polvo y suciedad, las cuales son perjudiciales para la operación y vida útil de cada panel.

En la zona de los paneles se realizarán podas y desbroces en las áreas cercanas a las estructuras para evitar que las hierbas generen sombras o se enreden con los cables. Se dejará el estrato herbáceo a una longitud máxima de 15 cm sobre el nivel del suelo.

Adicionalmente, se revisarán las conexiones a la red de tierras y el estado de esta, se verificarán los elementos de sujeción y conexiones entre los módulos.

Mantenimiento cableados y conexiones. Se verificará el estado de los cables para determinar que no hayan sufrido daño por exposición excesiva al sol o por corrosión. Se verificarán aprietes de tornillería y pruebas de aislamiento.

Mantenimiento a Inversores y Centros de Transformación. Se debe verificar el estado de los indicadores y alarmas. Se verificará aprietes de tornillería y conexiones, estados de fusibles. Limpieza en el sistema de ventilación. Medición de las corrientes de fase en cada inversor.

Mantenimiento estructuras metálicas. Se realiza la verificación del funcionamiento de los seguidores. Se revisan los daños que la estructura pueda tener como oxidación o deterioro por otros agentes ambientales.

Mantenimiento a línea de transmisión. Las líneas de transmisión requieren de limpieza de brecha y aisladores, reapriete de herrajes y la verificación y corrección del sistema de tierras.

Otros mantenimientos requeridos son los de los caminos internos al interior del **Proyecto**, la inspección y conservación en buen estado de vallado perimetral. Se revisarán las cimentaciones de las estructuras para observar que no hayan sufrido algún daño.

II.2.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

La vida útil de las instalaciones del **Proyecto** se considera de 30 años, pudiéndose ampliar de forma indefinida según se vayan sustituyendo los equipos de acuerdo con el desarrollo tecnológico. No se considera el abandono de las instalaciones, ya que en caso de ser necesario se reponen los equipos deteriorados. En caso de abandono, se procederá al desmantelamiento de los equipos instalados y a la limpieza del sitio, cumpliendo con las disposiciones ambientales y sanitarias vigentes en ese momento. A continuación, se mencionan los trabajos a realizar en caso de abandono.

Desmontaje de los módulos fotovoltaicos. Para el desmonte de los paneles se retiran las 4 grapas de sujeción y se retira el panel del tracker. Los paneles que se encuentren en buenas condiciones o con una degradación alrededor del 20% se podrán utilizar para proyectos con requerimientos menores en zonas que necesiten este tipo de tecnología. La empresa dueña del **Proyecto** será la encargada de decidir qué hacer con los módulos que se retiren.

Desmantelamiento de estructura. Para el desmantelamiento de los seguidores se retirarán los travesaños y los pórticos. Los largueros o perfiles hincados se extraen por medios mecánicos. Los materiales metálicos que se obtienen se acopiarán y se cargarán en un camión con la ayuda de una carretilla elevadora y/o un camión grúa para que, posteriormente, sean trasladados a la gestora de residuos metálicos más próxima.

Desmontaje de cableado y tubería AC y DC. Se retirarán todas las conexiones entre paneles, inversores y Power Station, comprobando que estos no se encuentren energizados. El cable de aluminio y cobre serán llevados a un centro de reciclaje. Las tuberías de las canalizaciones subterráneas también serán llevadas a centros de reciclaje o a vertederos autorizados. Las zanjas que se realicen serán rellenadas con terreno natural.

Retiro de valla perimetral. El vallado perimetral será retirado de forma manual, retirando postes y vallas metálicas. Los dados de cimentación se demolerán con matillo neumático. Los residuos metálicos serán llevados a un centro de reciclaje, mientras que los escombros de las cimentaciones serán llevados a un vertedero autorizado.

Restauración del terreno natural. Una vez retirados los elementos del **Proyecto** se rellenarán los huecos o zanjas resultantes con material del mismo terreno natural o de bancos cercanos autorizados. Se realizará un movimiento de tierras para facilitar el crecimiento de masa vegetal. El **Proyecto** contempla despalmes en el terreno, por lo que se afectará de manera directa a la vegetación aún presente en el área. Sin embargo, se contempla la implementación de un programa de restauración, en el que se incluye el escarificado del sitio y actividades de pastización; por lo que

el impacto podrá ser reversible parcialmente a largo plazo, ya que aún y con las medidas de restauración, la vegetación tardará en recuperarse.

II.2.5. Residuos

En la tabla siguiente se describen los residuos que se generarán en el **Proyecto**, su clasificación y su disposición final.

Tabla II. 22. Residuos generados en el Proyecto

Tipo de residuo	Etapa donde se genera	Estado físico	Clasificación	Reciclaje	Disposición final
Material de excavación	Construcción	Sólido inorgánico	No peligrosos	N0	Relleno
Cartón	Construcción	Sólido inorgánico	No peligrosos	Sí	Centros de reciclaje
Madera	Construcción	Sólido inorgánico	No peligrosos	Sí	Centros de reciclaje
RSU	Preparación del sitio y construcción	Sólido orgánico e inorgánico	No peligrosos	NO	Relleno sanitario
Residuos de mantenimiento y maquinaria	Construcción y operación	Sólido inorgánico	Peligrosos	NO	Centro autorizado
Aguas residuales	Preparación del sitio, construcción y operación	Líquido	No peligroso	NA	Centro autorizado PTAR
Emisiones CO_2	Preparación del sitio y construcción	Gas	No peligroso	NA	Atmósfera
Ruido	Preparación del sitio y construcción	Sonido	No peligroso	NA	Atmósfera

II.2.5.1. Residuos sólidos no peligrosos

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del **Proyecto** se generarán residuos de suelo y vegetales producto del desmonte y despalme, los cuáles serán utilizados en los predios y en caso de que exista un excedente de suelo vegetal se colocará en las cotas más bajas del terreno para ser rápida y fácilmente revegetado con especies nativas o bien se le dará una disposición en donde determinen las autoridades correspondientes.

Por otro lado, se generarán residuos de tipo doméstico como resultado de la estancia de los trabajadores en la obra, estos residuos serán: papel, empaques de cartón, bolsas y envases de plástico, latas de aluminio, vidrio, residuos, orgánicos entre otros. Estos residuos se almacenarán temporalmente en contenedores de 200 litros rotulados y se dispondrán por alguna empresa particular contratada para este fin o directamente en el relleno sanitario. La taza de generación de residuos domésticos es de 0.2/ kg/trabajador/día.

II.2.5.2. Residuos sólidos peligrosos

Los residuos sólidos peligrosos que se pueden generar aquellos materiales que se contengan pinturas y aceites, papel, cartón, estopas que se puedan impregnar con aceites o solventes. Estos residuos serán tratados por una empresa con registro ante la **SEMARNAT** para su transporte, recolección y manejo RP.

Se habilitará un lugar específico para el almacenamiento de los residuos peligrosos según lo especificado en la **NOM-052 SEMARNAT-1994**. La promovente vigilará a través de sus programas

que los contratistas y subcontratistas cumplan con las obligaciones de registro y manejo correspondientes.

II.2.5.3. Ruido

La etapa constructiva es la etapa en la cual se generará mayor cantidad de ruido, esto debido a la utilización de maquinaria y equipo. Este ruido no deberá superar los límites señalados en la **NOM-081- SEMARNAT-1994**. La Tabla siguiente muestra los niveles de ruido que se esperan generar.

Tabla II. 23. Ruido generado

Maquinaria	Emisión de los niveles de ruido en decibeles (dB) a 1 metro de distancias
Retroexcavadora	84-93
Camión grúa	90-96
Vibrocompactadoras	90-96
Carretillas elevadoras	59
Camiones	85

II.2.6. Generación de gases de efecto invernadero

II.2.6.1. Emisiones a la atmósfera

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

La tabla siguiente muestra los tipos de emisiones esperados durante las etapas de preparación del sitio y construcción del **Proyecto**.

Tabla II. 24. Tabla de emisiones generadas

Tipo de emisión	Etapa	Fuente	Frecuencia
Gases de combustión (SO_2, Nox, CO, CO_2)	Preparación del sitio y construcción	Maquinaria	6 horas
Partículas suspendidas (PST, PM_{10}, $PM_{2.5}$)	Preparación del sitio y construcción	Movimientos de tierras y circulación	8 horas

II.2.6.2. Fuentes de generación de gases de efecto invernadero por etapa

La construcción del **Proyecto** requiere distintos tipos de maquinarias y equipos de acuerdo con las tareas específicas que se van a realizar. La tabla muestra el equipo y maquinaria a emplearse.

Tabla II. 25. Maquinaria y equipo

Etapa	Maquinaria	Emisión de los niveles de ruido en decibeles (dB) a 1 metro de distancia
Preparación del sitio y construcción	Camioneta ½ ton	6
	Motosierra	3
	Retroexcavadoras	2
	Buldócer	1
	Camiones	1
	Motoniveladora	2
	Vibrocompactador	2

Etapa	Maquinaria	Emisión de los niveles de ruido en decibeles (dB) a 1 metro de distancia
	Carretillas telescópicas	4
	Hincadoras	5
	Grúa	2
	Camión con brazo hidráulico	1
	Mini grúa hidráulica	1
	Camión pipa	3
	Camión volteo	4
Operación y mantenimiento	Camioneta ½ tonelada	2
	Tractor	1
	Cuatrimotos	2

II.2.6.3. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del Proyecto, como sea el caso de vapor de agua, $C0_2$, CH_4, N20, CFC, O3, entre otros

En la tabla siguiente, se estiman las emisiones contaminantes generadas por el uso de maquinaria y equipo que utiliza como combustibles fósiles, gasolina y diésel. En dichas emisiones se incluyen los gases de efecto invernadero, como lo es el **NH_4**, **CO_2** y **NOx**.

Para el cálculo de las emisiones de **GEI** se utilizarán los factores de emisión para consumo de combustibles fósiles del Inventario Nacional de **GEI**, donde los factores de conversión de gasolina y diésel son los siguientes:

Conversión de m^3/año a TJ/año

- Gasolina = 3.155
- Diésel = 44.7

Factores de emisión para GEI para gasolina y diésel.

Tabla II. 26. Factores de emisión de GEI para gasolina y diésel

Factores de emisión	CO_2 (Ton/TJ)	CH_4 (Ton/TJ)	NOx (Ton/TJ)
Gasolina	69.3	0.0038	0.008
Diésel	74.1	0.00415	0.0286

Tabla II. 27. Emisiones de gases de combustión, en los que se incluyen los GEI

Maquinaria	Cantidad	Frecuencia (horas/día)	Horas al año	Consumo de combustibles (m^3/dia)	Consumo de combustible (m^3/año)	Tipo de combustible	Consumo de combustibles TJ/año	CO_2 (ton/año)	CH_4 (ton/año)	NOx (ton/año)
Camioneta ½ ton	6	8	2,088.00	0.0083	12.9978	Gasolina	41.01	2,841.86	0.16	0.33
Motosierra	3	8	2,088.00	0.0042	3.285	Diésel	146.84	10,880.81	0.61	4.20
Retroexcavadoras	2	8	2,088.00	0.0140	7.3	Diésel	326.31	24,179.57	1.35	9.33
Buldócer	1	8	2,088.00	0.0070	1.825	Diésel	81.58	6,044.89	0.34	2.33
Camiones	1	8	2,088.00	0.0070	1.825	Gasolina	5.76	399.02	0.02	0.05
Motoniveladora	2	8	2,088.00	0.0042	2.19	Diésel	97.89	7,253.87	0.41	2.80
Vibrocompactador	2	8	2,088.00	0.0028	1.46	Diésel	65.26	4,835.91	0.27	1.87
Camión con brazo hidráulico	1	8	2,088.00	0.0070	1.825	Gasolina	5.76	399.02	0.02	0.05
Mini grúa hidraúlica	1	8	2,088.00	0.0070	1.825	Diésel	81.58	6,044.89	0.34	2.33
Camión pipa	3	8	2,088.00	0.0210	16.425	Gasolina	51.82	3,591.19	0.20	0.41
Camión de volteo	4	8	2,088.00	0.0280	29.2	Gasolina	92.13	6,384.33	0.35	0.74
Camioneta ½ tonelada	2	8	2,088.00	0.0140	7.3	Gasolina	23.03	1,596.08	0.09	0.18
Tractor	1	8	2,088.00	0.0070	1.825	Diésel	81.58	6,044.89	0.34	2.33
Cuatrimotos	2	8	2,088.00	0.0028	1.46	Gasolina	4.61	319.22	0.02	0.04
						Total	**1,105.15**	**80,815.56**	**4.51**	**26.99**

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO III:

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

PROYECTO:

“PV LOMA BONITA SOLAR”



SOLARIG DEVELOPMENT MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

TABLA DE CONTENIDO

III. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES. ... 4
III.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. ... 4
III.2. TRATADOS INTERNACIONALES. ... 6
III.2.1. Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional. ... 6
III.2.2. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre. ... 7
III.2.3. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. ... 7
III.3. LEYES FEDERALES. ... 11
III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). ... 11
III.3.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). ... 12
III.3.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS). ... 14
III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR). ... 14
III.3.5. Ley de Aguas Nacionales (LAN). ... 16
III.3.6. Ley General de Cambio Climático (LGCC). ... 17
III.3.7. Ley de Transición Energética (LTE). ... 18
III.3.8. Ley de la Industria Eléctrica (LIE). ... 19
III.3.9. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (LFMZAH). ... 20

III.4. REGLAMENTOS FEDERALES. ... 21
III.4.1. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA). ... 21
III.4.2. Reglamento de la LGDFS (RLGDFS). ... 23
III.4.3. Reglamento de la LGVS (RLGVS). ... 24

III.5. PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO. ... 24
III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). ... 24
III.5.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE OAXACA (POEREO). 30

III. 6. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. ... 34
III.6.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP). ... 34
III.6.2. Instrumentos de Planeación para la Conservación. ... 35
III.6.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). ... 36
III.6.2.2. Región Hidrológica Prioritaria (RHP). ... 36
III.6.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA). ... 38
III.6.2.4. Sitios Prioritarios. ... 38
III.6.2.4.1. Sitios Prioritarios Terrestres (SPT). ... 39
III.6.2.4.2. Sitios Prioritarios Marinos (SPM). ... 40
III.6.2.4.3. Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales (SPAE). ... 41
III.6.2.4.4. Sitios Prioritarios Primates (SPP). ... 43

III.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM´S). ... 43
III.7.1. Aire. ... 43
III.7.2. Residuos. ... 44
III.7.3. Flora y Fauna. ... 44
III.7.4. Ruido. ... 45
III.7.5. Aguas Residuales. ... 45

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.7.6. Seguridad e Higiene en el Trabajo. 45

III.8. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO. 46

III.8.1. Plan de Centro de Población Estratégico de Loma Bonita, Tuxtepec, Oaxaca 1994 (PCPELB). 46

II.9. OTROS INSTRUMENTOS. 47

III.9.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND). 47

III.10. CONCLUSIONES. 49

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla III. 1. Vinculación con la LGEEPA 12
Tabla III. 2. Vinculación con la LGDFS 13
Tabla III. 3. Vinculación con la LGVS 14
Tabla III. 4. Vinculación con la LGPGIR 15
Tabla III. 5. Vinculación con la LAN 17
Tabla III. 6. Vinculación con la LGCC 17
Tabla III. 7. Vinculación con la LTE 19
Tabla III. 8. Vinculación con la LIE 19
Tabla III. 9. Vinculación con el RLGEEPA 21
Tabla III. 10. Vinculación con el RLGDFS. 23
Tabla III. 11. Vinculación con el RLGVS 24
Tabla III. 12. Características de la UAB en la que se ubica el Proyecto. 27
Tabla III. 13. Vinculación con estrategias del POEGT 28
Tabla III. 14. Características de la UGA en la que incide el Proyecto. 31
Tabla III. 15. Vinculación del Proyecto con las acciones generales del POEREO. 32
Tabla III. 18. Vinculación con la RHP que incide el Proyecto. 37
Tabla III. 19. NOM´s en materia de aire 44
Tabla III. 20. NOM´s en materia de residuos 44
Tabla III. 21. NOM´s en materia de flora y fauna 44
Tabla III. 22. NOM´s en materia de ruido 45
Tabla III. 23. NOM en materia de aguas residuales 45
Tabla III. 24. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo 45

ÍNDICE FIGURAS.

Figura III. 1. Sitios Ramsar con respecto del Proyecto 7
Figura III. 2. Mapa de regiones indígenas de la CDI 11
Figura III. 3. Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto 21
Figura III. 4. UAB en la que incide el Proyecto 27
Figura III. 5. UGA del POEREO en la que incide el Proyecto. 31
Figura III. 6. Ubicación del Proyecto con respecto de ANP´s. 35
Figura III. 7. Ubicación del Proyecto con respecto de RTP´s 36
Figura III. 8. Ubicación del Proyecto con respecto de RHP´s 37
Figura III. 9. Ubicación del Proyecto con respecto de las AICA 38
Figura III. 10. Ubicación del Proyecto con respecto de SPT´s 40
Figura III. 11. Ubicación del Proyecto respecto de los SPM´s. 41
Figura III. 12. Ubicación del Proyecto con respecto de los SPAE que incide el Proyecto. 42
Figura III. 13. Ubicación de los SPP en México 43
Figura III. 14. Ubicación del Proyecto respecto del PCPELB. 47

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

En este apartado, se presentarán y analizarán en su parte conducente los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto "**PV LOMA BONITA SOLAR" (en adelante el Proyecto)**. De este modo, fueron identificados aquellos instrumentos, y ordenamientos que le resultan aplicables y se realizó la vinculación del **Proyecto** con cada uno de ellos.

Lo anterior, partiendo del análisis del marco jurídico nacional vigente conformado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los Tratados Internacionales de los cuales México es parte; las Leyes Federales, y sus respectivos Reglamentos. Asimismo, se analizaron los instrumentos de planeación aplicables, haciendo especial énfasis en los Programas de Ordenamiento Ecológico y de Desarrollo Urbano decretados en el estado de Oaxaca, para posteriormente realizar el análisis de aquellos que resulten aplicables a las actividades del Proyecto.

Con base en lo anterior, fue posible determinar que el Proyecto es congruente con el marco jurídico aplicable en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional, así como con los instrumentos de planeación que regulan la zona donde éste se llevará a cabo. A continuación, se describe el marco normativo federal, estatal, municipal y las disposiciones reglamentarias en comento.

III.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos **(CPEUM)**, es la norma suprema de los Estados Unidos Mexicanos sobre la cual no existe ningún otro ordenamiento legal que tenga vigencia. Éste, constituye el pilar jurídico nacional, ya que conforme a ella se dicta el marco normativo vigente en el país; por ello, todas las leyes deben estar sujetas a las disposiciones que la propia Constitución establece. La supremacía constitucional, es la base del estado de Derecho ya que en ella se encuentra el sostén del orden jurídico nacional. El derecho mexicano tiene su origen en la carta magna y por ello todas las leyes, ya sean Federales, Estatales o municipales deben respetar los preceptos de la Constitución, con lo que se hace patente su vigencia y la del propio sistema jurídico nacional.

El principio de supremacía constitucional, se encuentra previsto en el artículo 41 de la Constitución, al prohibir la celebración de tratados internacionales contrarios a las garantías individuales y del ciudadano. En este sentido, es la misma Carta Magna la que consagra en su Título Primero, Capítulo I "De las Garantías Individuales", una serie de preceptos que constituyen las garantías o derechos reconocidos por el Estado a todo individuo, las que no pueden restringirse, sino en los casos y con las condiciones que la propia Constitución establece.

En el marco de las garantías constitucionales, se encuentran las que dan fundamento a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

> ***"Artículo 4°.***
>
> *[…]*
>
> *Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la Ley.*

El **Proyecto** se vincula con el precepto legal anteriormente transcrito en el sentido que se respeta y se cumple con la normatividad aplicable en materia de protección al ambiente, sometiéndose al procedimiento de evaluación que nos ocupa. Garantizando en tal sentido ese derecho, al plantear en su parte conducente medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales que pudiera ocasionar, con lo que se concluye que con el mismo se respeta el precepto constitucional referido, al sujetarse a la legislación y regulación que el Estado ha impuesto para la protección del medio ambiente.

> ***"Artículo 25.*** *Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.*
>
> *El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución.*
>
> *Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.*
>
> *[…]*
>
> *Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente".*

El artículo 25 establece las bases de participación de los sectores social, público y privado en la economía y desarrollo nacional. Al Estado le corresponde, entre otros aspectos, la planeación, regulación y fomento de las actividades económicas. Por otro lado, el sector privado puede participar en la economía haciendo uso de los recursos productivos, de manera que protejan el medio ambiente.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El artículo anterior reafirma, el papel del Estado dentro de la economía para su fomento y regulación, así como el principio de sustentabilidad y cuidado del medio ambiente en su desarrollo. De esta manera, es el Estado quien dirige y sienta las reglas de participación de los entes privados y los sujeta a esos principios. El **Proyecto**, es compatible con el precepto invocado en el sentido de que éste cumple tanto con la regulación ambiental, como con la participación económica impuesta por el Estado, contribuyendo con ello al desarrollo económico del país.

En tal sentido, el tratadista Raúl Brañes, refiere que la idea de conservación de los recursos naturales tal y como está establecida en la **CPEUM,** no se opone a su aprovechamiento; al contrario, está encaminada a dejar en claro que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular en beneficio social el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación. Lo anterior, entre otros fines para cuidar de su conservación. En este sentido, aprovechamiento y conservación son por tanto ideas vinculadas entre sí, ya que el aprovechamiento de los recursos naturales se encuentra subordinado, entre otras modalidades, a su conservación. (Brañes, 1994).

Con base en las consideraciones anteriores, se desprende que el **Proyecto** es congruente con nuestra carta magna pues en cumplimiento de la regulación ambiental y de participación económica impuesta por el Estado se somete a la presente evaluación y con su realización contribuirá al desarrollo económico del país.

III.2. Tratados Internacionales.

Los tratados internacionales, se definen como aquellos acuerdos celebrados entre dos o más países como entidades soberanas entre sí. Estos acuerdos, pueden abordar asuntos diplomáticos, económico, culturales, ambientales o en general cualquier disposición que resulte de interés de los Estados contratantes.

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

III.2.1. Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional.

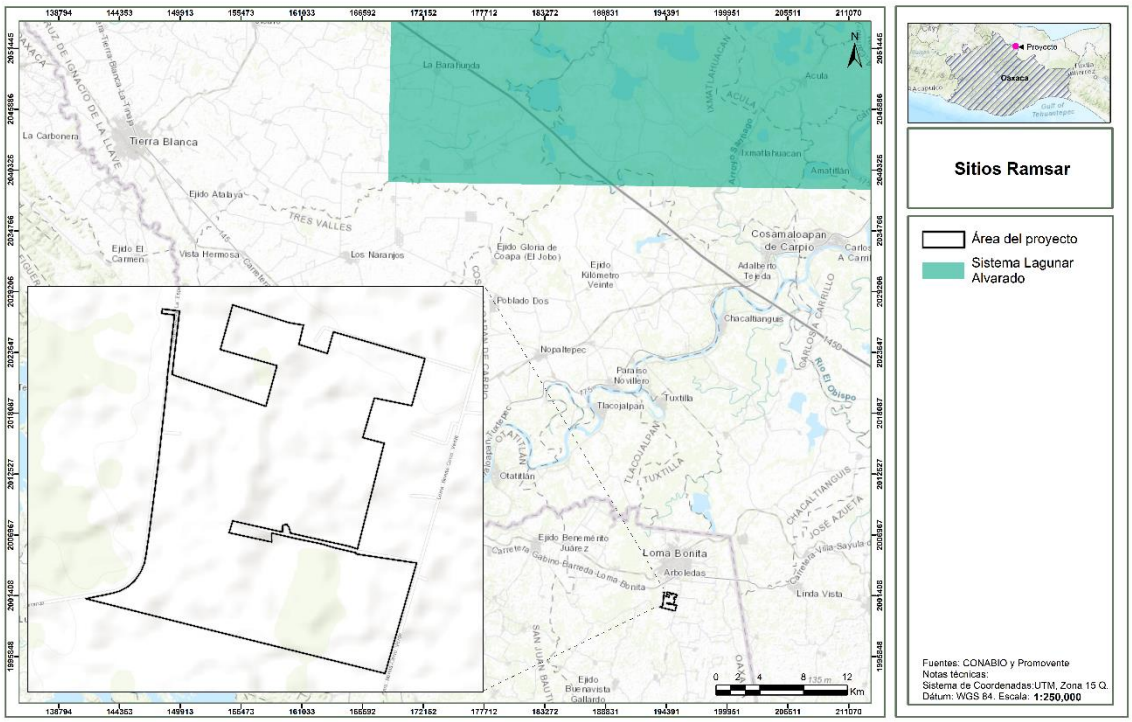
La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional **(RAMSAR)**, fue ratificada por el Estado Mexicano en el año de 1986, y tiene como uno de sus objetivos principales *el impedir ahora y en el futuro las progresivas intrusiones en la pérdida de humedales*, en virtud del *gran valor económico, cultural, científico y recreativo que representan.*

En nuestro país, existen 142 sitios que cumplen los requisitos que señala la Convención, sumando un total de 8,620,240 hectáreas.

En este sentido, de la revisión que se realizó respecto de la ubicación del área del **Proyecto**, no fue identificado ninguna incidencia respecto a un sitio que cumpla con estas características. Tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III. 1. Sitios Ramsar con respecto del Proyecto



III.2.2. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.

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

En relación a este instrumento, se debe señalar que el **Proyecto** no contempla el aprovechamiento y/o comercio de fauna y flora silvestre. No obstante lo anterior, para garantizar el cuidado de tales especies contará con acciones específicas para su protección y conservación.

III.2.3. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.

La Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo el 7 junio 1989, adopta, el Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes **(Convenio 169)**. Posteriormente el 24 de enero de 1991, México ratificó y promulgó ese Convenio.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El Convenio 169, es un instrumento jurídico internacional vinculante que trata específicamente los derechos de los pueblos indígenas y tribales. El mismo, no define quiénes son los pueblos indígenas o tribales, sino que adopta un enfoque práctico proporcionando solamente criterios para describir los pueblos que pretende proteger.

Es así, que el Convenio 169 establece que el término "pueblos indígenas" utiliza un sentido genérico para referirse a un grupo social y cultural distinto que posee las siguientes características en diversos grados:

- La autodeterminación como miembros de un grupo de cultura indígena y el reconocimiento de su identidad por otros;

- Apego colectivo geográficamente a distintos hábitats o territorios ancestrales en la zona del proyecto y a los recursos naturales de estos hábitats y territorios;

- Instituciones culturales, económicas, sociales o políticas consuetudinarias que son independientes de los de la sociedad en general o la cultura; o

- Una lengua o dialecto distinto, a menudo diferente del idioma o idiomas oficiales del país o región en el que residen.

En ese sentido, existe un elemento poblacional perteneciente a un pueblo indígena, un territorio sobre el que se asienta, un determinado modo de organización o estructuración social en el que se identifican autoridades y un orden normativo de carácter consuetudinario. Asimismo, el Convenio 169 establece como obligación a los Estados firmantes garantizar la participación de los pueblos indígenas y el respeto a sus derechos, tal y como lo señala el Artículo 2° del Convenio, mismo que se transcribe para mayor referencia:

"Artículo 2

[…]

1. ***Los gobiernos deberán asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad.***

2. Esta acción deberá incluir medidas:

a) Que aseguren a los miembros de dichos pueblos gozar, en pie de igualdad, de los derechos y oportunidades que la legislación nacional otorga a los demás miembros de la población;

b) Que promuevan la plena efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de esos pueblos, respetando su identidad social y cultural, sus costumbres y tradiciones, y sus instituciones;

c) Que ayuden a los miembros de los pueblos interesados a eliminar las diferencias socioeconómicas que puedan existir entre los miembros indígenas y los demás miembros

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

de la comunidad nacional, de una manera compatible con sus aspiraciones y formas de vida."

Otro referente, es la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos **(CIDH)**, en la que se han establecido requisitos fundamentales para estimar que se trata de un sujeto de derecho a que se refiere el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo, que son los siguientes:

1. Que exista un órgano de gobierno tradicional en donde se resuelvan las decisiones de especial trascendencia para el pueblo, organizado de acuerdo a sus prácticas milenarias.

2. La estrecha relación que hay entre grupo o pueblo indígena, de forma tal que esa vinculación ha permitido la generación del bien inmaterial llamado cultura dentro del cual se desarrolla la cosmovisión que tienen dichos grupos y que les define su identidad.

En palabras de la propia **CIDH**:

"212. En relación con lo anterior, la Corte ha reconocido que ***"al desconocerse el derecho ancestral de las comunidades indígenas sobre sus territorios, se podría[n] estar afectando otros derechos básicos, como el derecho a la identidad cultural y la supervivencia misma de las comunidades indígenas y sus miembros".*** *Puesto que el goce y ejercicio efectivos del derecho a la propiedad comunal sobre "la tierra garantiza que los miembros de las comunidades indígenas conserven su patrimonio", los Estados deben respetar esa especial relación para garantizar su supervivencia social, cultural y económica.* ***Asimismo, se ha reconocido la estrecha vinculación del territorio con las tradiciones, costumbres, lenguas, artes, rituales, conocimientos y otros aspectos de la identidad de los pueblos indígenas, señalando que "en función de su entorno, su integración con la naturaleza y su historia, los miembros de las comunidades indígenas transmiten de generación en generación este patrimonio cultural inmaterial,*** *que es recreado constantemente por los miembros de las comunidades y grupos indígenas".*

Dichos elementos refieren al uso y la práctica de métodos propios para la elección de autoridades, la búsqueda de consensos de beneficio común y un sistema propio de impartición de justicia, en resumen, la presencia de un sistema de usos y costumbres.

Por otra parte en el ámbito nacional, la **CPEUM** define a la nación mexicana como multicultural en función de la existencia de pueblos indígenas, a quienes se les reconoce como sujetos de derechos específicos.

El gobierno mexicano además del reconocimiento de estos derechos específicos ha implementado instrumentos para garantizar la participación y el desarrollo de los pueblos indígenas, entre los cuales destaca la consulta a los pueblos indígenas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El artículo 2º de la **CPEUM**, señala que:

> *“Un pueblo indígena es aquel que desciende de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciar la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas o parte de ellas”.*

Asimismo, el mismo artículo constitucional señala que la comunidad indígena se caracteriza de la siguiente forma:

> “*Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquéllas que formen una unidad social, económica y cultural, asentada en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo a sus usos y costumbres”.*

Del análisis de dichos preceptos constitucionales, se advierte que los elementos que caracterizan a los pueblos indígenas, son los siguientes:

- Forman una unidad social, económica y cultural,
- Están asentadas en un territorio específico, y
- Reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.

En ese orden de ideas, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática **(INEGI)** y la Comisión Nacional para el desarrollo de los Pueblos Indígenas **(CDI)**, elaboraron el Catálogo de Localidades Indígenas, mediante el cual se identifica y cuantifica la población indígena en el país considerando como factor determinante la lengua o dialecto.

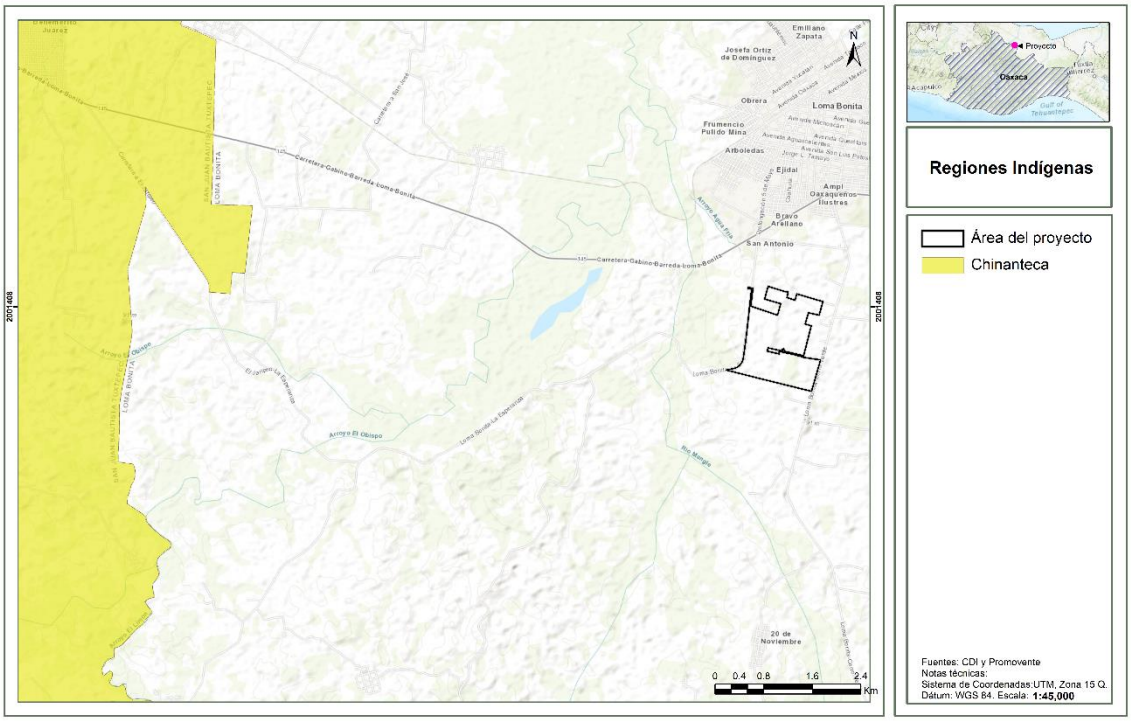
Las localidades indígenas se encuentran clasificadas de acuerdo a criterios de concentración de población indígena en cada una de ellas, agrupándose de la siguiente manera:

- Localidades con población indígena mayor o igual a 40% de su población total,
- Localidades con población indígena menor a 40% y más de 150 indígenas,
- Localidades con menos de 150 indígenas de la población total.

En este sentido, del análisis del mapa de Atlas de los Pueblos Indígenas de la **CDI**, se aprecia que en la zona donde se desarrolla el **Proyecto, no** existen asentamientos humanos que, por sus características lingüísticas o culturales conformen una región indígena. Tal y como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III. 2. Mapa de regiones indígenas de la CDI



Asimismo, es importante señalar que, con el objeto de reafirmar el compromiso del Promovente de estar en cumplimiento con el marco legal vigente, se realizará y presentará a la Secretaría de Energía (**SENER**) la Evaluación de Impacto Social (**EvIS**) correspondiente, mediante la cual se realiza un análisis respecto de todas las interacciones del **Proyecto** con las comunidades cercanas a este.

III.3. Leyes Federales.

III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

La **LGEEPA** se publicó en el **DOF** el 28 de enero de 1988 y su última reforma fue el 08 de mayo de 2023 es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Tiene por objeto, entre otros, propiciar el desarrollo sustentable y sentar las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, así como definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

El **Proyecto** se vincula con los artículos 28 fracciones II y VII, así como 30, de dicho ordenamiento, ya que éste pertenece a la industria eléctrica, por lo que, para el cumplimiento de este precepto, se está presentado la **MIA-R**, cumpliendo con las formalidades señaladas en la Ley de manera previa para que sea autorizada por parte de esa Autoridad.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III. 1. Vinculación con la LGEEPA

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: [...] II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica [...]	El Proyecto, pretende la construcción y mantenimiento de un Parque Fotovoltaico para la generación de energía. En este sentido, la presentación de este **MIA-R** representa el cumplimiento del Proyecto con lo dispuesto por las fracciones II y VII de este artículo.
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.	Para la elaboración de este documento, se siguieron los lineamientos en cuanto a contenido y alcance de establecidos por este precepto, satisfaciendo así los requisitos formales y de fondo contemplados en el mismo. De igual forma, se observó lo establecido en la Guía para la elaboración de la **MIA-R**, publicada por esa H. Secretaría. De este modo, la **MIA-R** que se exhibe, cuenta con la descripción de los impactos ambientales, así como las medidas de mitigación y compensación a adoptar.

A la luz de lo anteriormente expuesto, se puede afirmar que el **Proyecto** es compatible y congruente con las disposiciones de la **LGEEPA.** Lo anterior es así, ya que las diversas medidas de mitigación y compensación propuestas, encuadran con lo previsto en la legislación vigente, en pro del medio ambiente.

III.3.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

Esta ley se publicó en el **DOF** el 05 de junio de 2018 y su última reforma fue el 28 de abril de 2022, es reglamentaria del Artículo 27 de la **CPEUM**. Las disposiciones que la componen son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional. Tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Asimismo, prevé el cómo distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, la Ciudad de México y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 Fracción XXIX inciso G de la **CPEUM**. Esto, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III. 2. Vinculación con la LGDFS

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 68. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones: I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción; […]	Tal y como fue mencionado en el capítulo anterior, el **Proyecto** presenta un uso de suelo de pastizal cultivado y agricultura de temporal semipermanente, por lo que **no se requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales**.
ARTÍCULO 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se	En esta línea de ideas y como se expuso, el **Proyecto** no incide en regiones indígenas, por lo que no requerirá del procedimiento de consulta previa. No obstante ello, actualmente se encuentra en proceso de elaboración de la Evaluación en materia de impacto social.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.	

III.3.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

Publicada en el **DOF** el 03 de julio del año 2000 y su última reforme es el 20 de mayo de 2021. Esta ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero de los artículos 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Regula lo relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El **Proyecto**, se vincula con este ordenamiento, en cuanto que, por medio de la implementación de los respectivos programas propuestos se reducirá el impacto tanto en la flora como en la fauna. Tal y como se pude ver en la siguiente tabla:

Tabla III. 3. Vinculación con la LGVS

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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.	El **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la flora y la fauna en el área de **Proyecto**, a través de las distintas medidas contempladas en el capítulo VI de la **MIA-R**. En este sentido es fundamental destacar que en el área del **Proyecto** no se registran especies contempladas con alguna calidad especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Bajo este contexto, se considera que el **Proyecto** es compatible con lo previsto en la **LGVS,** pues el mismo con la intención de no afectar significativamente la vida silvestre en el sitio implementará diversas medidas de prevención, mitigación y compensación de manera congruente con el marco regulatorio actual.

III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).

Publicada en el **DOF** el 08 de octubre del año 2003 y su última reforme fue el 08 de mayo de 2023. Es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Es así que sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como establecer las bases para determinar, entre otros aspectos, los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana y establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la **CPEUM**.

El **Proyecto**, con la finalidad de garantizar un manejo ambiental adecuado y conforme lo señala la propia Ley, instrumentará un programa de manejo de residuos para identificar, clasificar, segregar y almacenar temporalmente los residuos generados, para su posterior envío a disposición final por empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales **(SEMARNAT), Estado y Municipio** según corresponda, siempre alineadas a sus respectivas competencias. La vinculación con este ordenamiento se presenta a continuación:

Tabla III. 4. Vinculación con la LGPGIR

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, minero o metalúrgico, se debe establecer en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	Los residuos que se lleguen a generar serán manejados conforme al programa que al efecto se autorice.
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Los residuos sólidos urbanos que se generen en su caso, recibirán el tratamiento aquí indicado. Para ello se contará con un Programa para el Manejo Integral de Residuos.
Artículo19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación: […] VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.	Los residuos de manejo especial que se generen con motivo del desarrollo del Proyecto serán manejados conforme a la normatividad y dispuestos a través de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones emitidas por el Estado de Oaxaca conforme a lo establecido en el Programa para el Manejo Integral de Residuos.
Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como los gestores de este tipo de residuos, deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	El manejo de los residuos peligrosos que se generen se hará de conformidad con la normatividad aplicable y se entregarán a un proveedor autorizado por esa Secretaría para la disposición final conforme a lo establecido en el Programa para el Manejo Integral de Residuos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, pueden contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido autorizado por esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. No obstante, compartirán de manera solidaria la responsabilidad. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo. El manejo y disposición final de los residuos mineros y metalúrgicos es responsabilidad de quien los genera, por lo que debe presentar evidencia verificable de que opera bajo el estricto cumplimiento de la normativa aplicable.	Se contratará los servicios de empresas especializados y se verificara que las empresas que subcontrate para el manejo y disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones de esa Secretaría .
Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	Los residuos peligrosos que se generen serán manejados y dispuestos conforme al Programa para el Manejo Integral de Residuos, evitando la mezcla de éstos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.

Con base en lo anteriormente expuesto, se considera ha quedado demostrada la compatibilidad del **Proyecto** con la **LGPGIR,** pues como ya se ha asentado en cumplimiento con lo dispuesto en dicho ordenamiento se dará un manejo integral de los residuos. Lo anterior, con base en las acciones especificas correspondientes.

III.3.5. Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Publicada el 1° de diciembre de 1992 y su última reforme del 08 de mayo de 2023, la **LAN** tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III. 5. Vinculación con la LAN

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 20.- De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal […].	El Proyecto durante la etapa de construcción tendrá requerimientos mínimos de agua. Esto únicamente para el control de polvos y en ciertas actividades de compactación. Para el abastecimiento se contratará el abastecimiento por empresas externas y se verificará que las mismas cuenten con concesión o asignación correspondiente.

A la luz de lo anterior, se considera que el **Proyecto**, se encuentra acorde con lo dispuesto por esta ley.

III.3.6. Ley General de Cambio Climático (LGCC).

Esta ley fue publicada en el DOF el 6 de junio de 2012 y su última reforma el 11 de mayo de 2022. Este ordenamiento es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático.

Es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico y tiene por objeto 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. Es así que a continuación se presenta la vinculación con el mismo:

Tabla III. 6. Vinculación con la LGCC

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son: […] **III.** Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía; IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;	El Proyecto que se somete a consideración implica la construcción de un parque fotovoltaico. Bajo lo anterior, al tratarse de un proyecto de tecnología limpia, se considera que coadyuvará a la consecución de las políticas públicas de mitigación que se indican en esta disposición legal. Cabe señalar que, mediante la implementación de fuentes limpias para la generación y transmisión de energía eléctrica, se reduce el uso de combustibles fósiles y, por ende, se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero que propician el calentamiento global.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 102. En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes: […] II. Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero mediante el fomento de patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado fundamentalmente en áreas como: la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos; III. Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía;	El desarrollo del Proyecto, representa el cumplimiento del objetivo de reducir emisiones y la transición hacia fuentes renovables de energía que se enmarcan en este artículo de la **LGCC**.
Artículo Segundo. El país asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir al año 2020 un treinta por ciento de emisiones con respecto a la línea de base; así como un cincuenta por ciento de reducción de emisiones al 2050 en relación con las emitidas en el año 2000. Las metas mencionadas podrán alcanzarse si se establece un régimen internacional que disponga de mecanismos de apoyo financiero y tecnológico por parte de países desarrollados hacia países en desarrollo entre los que se incluye a los Estados Unidos Mexicanos. Estas metas se revisarán cuando se publique la siguiente Estrategia Nacional.	La realización del proyecto, abre paso a que se promueva el cumplimiento de este precepto. Lo anterior ya que este proyecto se suma a la meta comprometida por México al 2020 y al 2050.

III.3.7. Ley de Transición Energética (LTE).

El 24 de diciembre de 2015, se publicó en el **DOF** la **LTE,** misma que tiene por objeto "*regular el aprovechamiento sustentable de la energía así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos."*[1]La **LTE** establece que "***los integrantes de la Industria Eléctrica en general****, así como los Usuarios Calificados participantes del Mercado Eléctrico Mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los Contratos de Interconexión Legados* ***estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias.***"[2]

Además, la **LTE** señala que la **SENER** y la Comisión Reguladora de Energía **(CRE)** detallarán las modalidades específicas con las que deban contribuir los integrantes de la industria eléctrica para cumplir con las metas de energías limpias establecidas en la "*Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios"*[3]*.* A continuación, se presenta la vinculación de dicho ordenamiento con el **Proyecto**:

[1] Artículo 1° de la Ley de Transición Energética.
[2] Artículo 6° de la Ley de Transición Energética.
[3] Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de diciembre de 2014.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III. 7. Vinculación con la LTE

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 6.- Los integrantes de la Industria Eléctrica en general, así como los Usuarios Calificados participantes del Mercado Eléctrico Mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los Contratos de Interconexión Legados estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias en los términos establecidos en la legislación aplicable.	El Proyecto es coadyuvante con la meta nacional de energía limpia, ya que éste implica la transmisión de energía asociado a una fuente de generación limpia.

III.3.8. Ley de la Industria Eléctrica (LIE).

Publicada en el **DOF** el 11 de agosto de 2014 y su última reforma publicada el 11 de mayo de 2022, la **LIE** determina como su objeto, 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[4].

Asimismo, la propia **LIE** define como energías limpias aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuando sus emisiones o residuos no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias. En ese sentido, se determinan como energías limpias las siguientes: **solar**, eólica, mini-hidráulica, cogeneración eficiente, nuclear y biomasa. En este sentido, mediante la implementación de fuentes limpias para la obtención de energía eléctrica, se reduce el uso de combustibles fósiles y, por ende, se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero que propician el calentamiento global.

Tabla III. 8. Vinculación con la LIE

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 117.- Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.	El Promovente consciente del respeto a los derechos humanos, someterá su Evaluación de Impacto Social ante la **SENER.**
Artículo 118.- La Secretaría deberá informar a los interesados en la ejecución de proyectos de infraestructura en la industria eléctrica sobre la presencia de grupos sociales en situación de vulnerabilidad en las áreas en que se llevarán a cabo las actividades para la ejecución de los proyectos, con el fin de que se implementen las acciones necesarias para salvaguardar sus derechos.	Los resultados obtenidos en el análisis del área de influencia del Proyecto, se someterán a consideración de la **SENER**, mediante la Evaluación de Impacto Social.
Artículo 119.- Con la finalidad de tomar en cuenta los intereses y derechos de las comunidades y pueblos indígenas en los que se desarrollen proyectos de la industria eléctrica, la Secretaría deberá llevar a cabo los procedimientos de consulta necesarios y cualquier otra actividad necesaria para su salvaguarda, en coordinación	Como ya se mencionó se someterá a evaluación ante **SENER**, la Evaluación de Impacto Ambiental, misma que se encuentra en evaluación.

[4] Artículo 1° de la Ley de la Industria Eléctrica.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
con la Secretaría de Gobernación y las dependencias que correspondan. En dichos procedimientos de consulta podrán participar la CRE, las empresas productivas del Estado y sus empresas subsidiarias y filiales, así como los particulares.	
Artículo 120.- Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica deberán presentar a la Secretaría una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación correspondientes. La Secretaría emitirá el resolutivo y recomendaciones que correspondan, en los términos que señalen los reglamentos de esta Ley.	

III.3.9. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (LFMZAH).

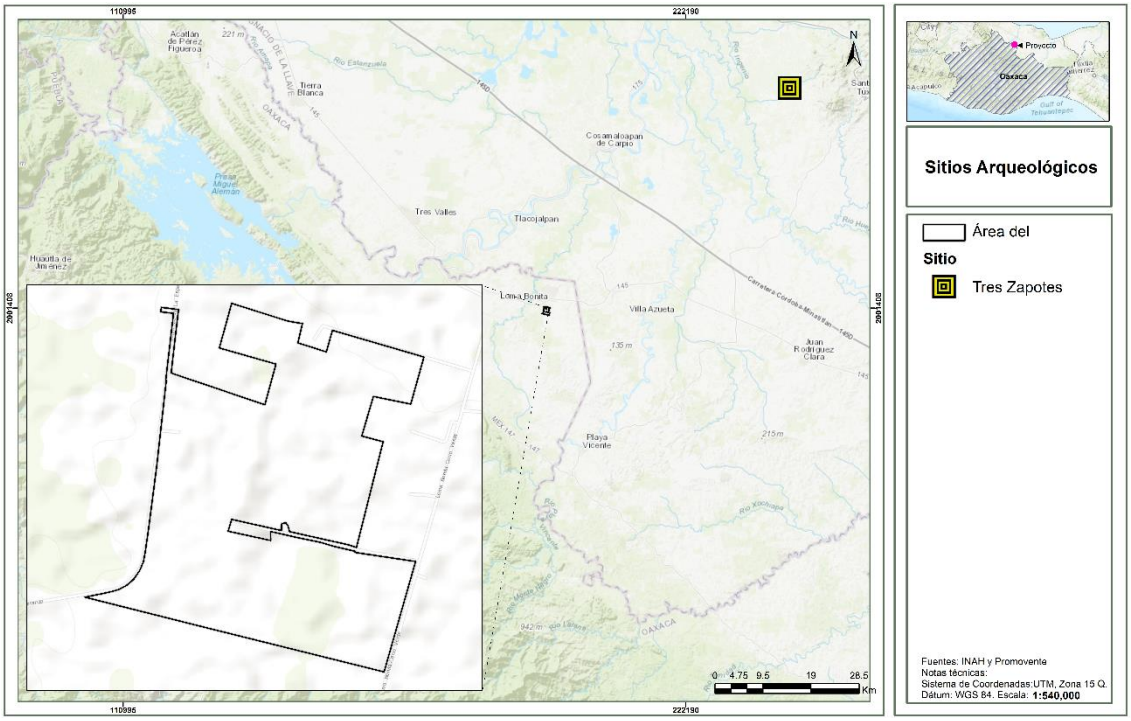
Publicada el 6 de mayo de 1972 y su última reforma del 16 de febrero de 2018, esta Ley tiene por objeto regular la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.

De este modo, entre las acciones formuladas para la atención de estos temas, se formuló en primera instancia una revisión en el Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia **(INAH)**, descartándose la existencia de éstas en el área del **Proyecto**.

En este sentido, la zona arqueológica más cercana que se identifica es la denominada “Tres Zapotes”, mismas que se encuentran a una distancia de 64.66 km del Proyecto, tal y como se puede apreciar en la **Figura III.3**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III. 3. Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto



III.4. REGLAMENTOS FEDERALES.

III.4.1. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA).

Publicado en **DOF** el 30 de mayo del 2000 y su última reforma del 31 de octubre de 2014, tiene por objeto reglamentar la **LGEEPA** en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal y establece las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental. En este sentido, el Proyecto se vincula con los artículos que se citan a continuación:

Tabla III. 9. Vinculación con el RLGEEPA

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: […] K) INDUSTRIA ELÉCTRICA: II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución; III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y […]	En cumplimiento con lo dispuesto por estos artículos y tomando como base que el proyecto implica el desarrollo de obras para la construcción, desarrollo y mantenimiento de un parque fotovoltaico, es que se somete a evaluación la presente **MIA-R.**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular	La **MIA-R,** se elaboró acatando lo establecidos en estos preceptos, observando las formalidades de información solicitada en los ocho capítulos que lo integran. En este sentido, el estudio que se somete a evaluación cumple con todos y cada uno de los apartados que indica esta norma jurídica.
Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados **de la manifestación de impacto ambiental.**	

Bajo el contexto anterior, y tomando en cuenta lo previsto por el **RLGEEPAIA,** se considera que el **Proyecto** no encuentra limitante alguna para su desarrollo. Lo anterior es así, ya que el desarrollo del mismo se ajustará a lo previsto en dicho ordenamiento.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.4.2. Reglamento de la LGDFS (RLGDFS).

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**RLGDFS**) se publicó en el **DOF** el 9 de diciembre de 2020. Dicho ordenamiento tiene por objeto reglamentar la **LGDFS** 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.

Dicho Reglamento establece, entre otros aspectos, el procedimiento para solicitar la autorización para el **CUSTF**, así como el contenido que deberán tener los estudios técnicos justificativos que se elaboren para tal efecto.

Tabla III. 10. Vinculación con el RLGDFS.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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	Tal y como fue mencionado anteriormente, derivado que el Proyecto presenta uso de suelo de pastizal cultivado y agricultura de temporal semipermanente, por lo **que no se requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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; 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.	

III.4.3. Reglamento de la LGVS (RLGVS).

Publicado en el **DOF** el 30 de noviembre de 2006 y su última reforma del 09 de mayo de 2014. Tiene por objeto reglamentar la **LGVS**, por lo cual ofrece algunas definiciones adicionales a las ya enunciadas en la Ley, asimismo contiene disposiciones comunes para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Los preceptos del **RLGVS** que se relacionan con el Proyecto se analizaron a continuación:

Tabla III. 11. Vinculación con el RLGVS

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría […].	El Proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la flora y la fauna en el área de Proyecto, a través de la instrumentación de los respectivos Programas de de Protección y Conservación.

A la luz de lo anterior, se considera que el **Proyecto** es compatible con lo previsto en el **RLGVS,** pues el mismo con la intención de no afectar la vida silvestre en el sitio, implementará diversas medidas de mitigación y compensación de manera congruente con el marco regulatorio actual.

III.5. PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO.

III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Expedido mediante Acuerdo Secretarial publicado en el **DOF** el 7 de septiembre de 2012. Tiene por objeto, en términos de lo establecido en el Artículo 20 de **LGEEPA**, determinar la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes, determinando los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En este sentido, el **POEGT** promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal (**APF**), que es a quienes está dirigido, lo que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional. Por su escala y alcance, el **POEGT** no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales.

Por lo que, dicho instrumento, en términos de los artículos segundo y tercero de su Acuerdo de expedición, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática. Con lo que las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el **POEGT** en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

El **POEGT** se encuentra estructurado por IV apartados principales y 5 anexos. En el apartado II se encuentra la propuesta de **POEGT**. Este contiene la regionalización ecológica, los lineamientos ecológicos a cumplir y la definición y grupos de estrategias ecológicas establecidas. Encontrando en el apartado III las estrategias ecológicas a seguir por cada grupo definido, así como las acciones a realizar por cada una de ellas, quedando contenido en el apartado IV la tabla del **POEGT**.

En tal sentido, el **POEGT** está integrado por:

1. Regionalización ecológica, que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial,
2. Lineamientos ecológicos, y
3. Estrategias ecológicas

Estos dos últimos componentes aplicables a la regionalización ecológica, enfocados a la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

-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. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (**UAB**), representadas a escala 1:2,000,000 y empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, así como para construir la propuesta del **POEGT**.

Cada región ecológica se integra por un conjunto de **UAB** que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en ello a cada **UAB** le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En este sentido, se consideran áreas de atención prioritaria aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. Encontrando 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. El muy alto se aplicó a las **UAB** que requieren atención urgente por que su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental. Muy bajo se aplicó a las **UAB** que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

Por su parte las áreas de aptitud sectorial se identificaron de manera integral en el territorio a través de las **UAB** en las que concurren atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. En función de ello se propuso el nivel de intervención sectorial en el territorio nacional, que refleja el grado de compromiso que cada sector adquiere en la conducción del desarrollo sustentable de cada **UAB**, por lo que serán promotores del desarrollo sustentable en la **UAB** y en la región a la que pertenecen, de conformidad con la clasificación que tengan en términos de aptitud sectorial y en concordancia con sus respectivas competencias. El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada **UAB**, puede clasificar a los sectores como Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados.

La política ambiental (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.

Así, tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 **UAB**, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional, se obtuvieron 80 regiones ecológicas.

-Lineamientos ecológicos.

El **POEGT** cuenta con 10 lineamientos ecológicos. Estos reflejan el estado deseable de una región ecológica o **UAB**, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

-**Estrategias ecológicas.**

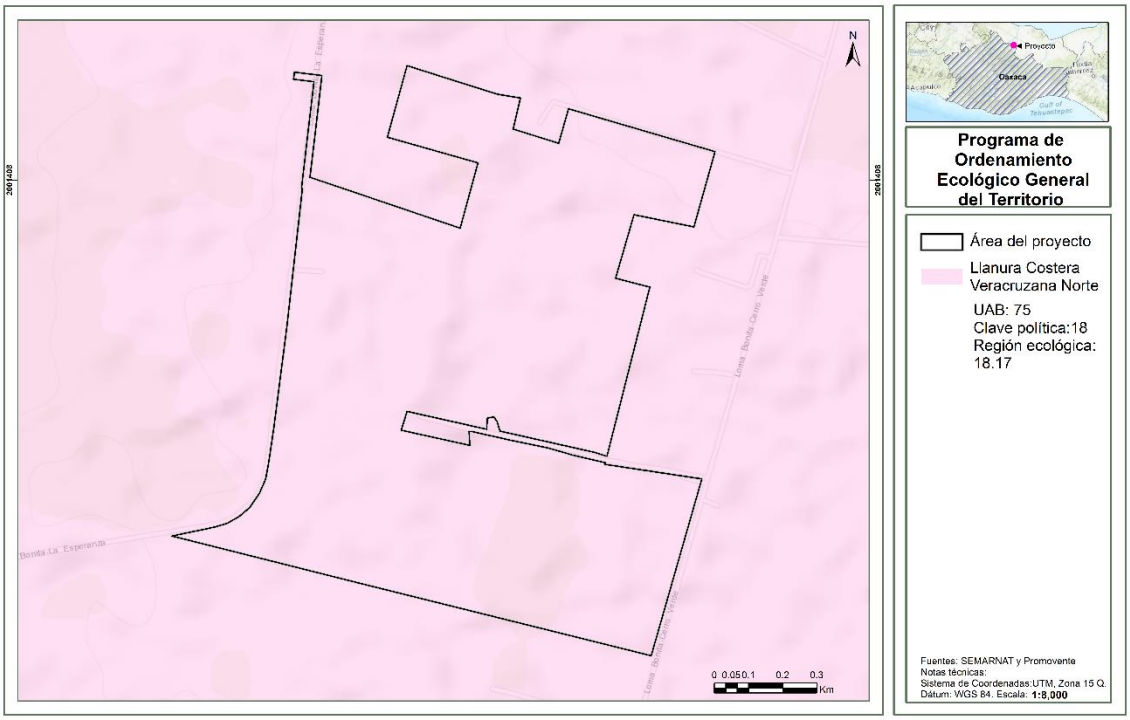
Se definen como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización, dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables al territorio nacional. Se implementan a través de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersectorial para dar cumplimiento a los objetivos del **POEGT**. En este sentido se definieron tres grandes grupos de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

estrategias: 1. Las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, 2. Las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, y 3. Las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Así, de conformidad con la regionalización ecológica establecidas en el **POEGT**, el **Proyecto** que nos ocupa se ubica en la Región Ecológica 18.17 número 75 denominada “Llanura Costera Veracruzana Norte”, tal y como se puede apreciar en la **Figura III.4** siguiente:

Figura III. 4. UAB en la que incide el Proyecto



Las características de la **UAB** en comento se describen en la Tabla que se presenta a continuación:

Tabla III. 12. Características de la UAB en la que se ubica el Proyecto.

Clave región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias
18.17	75	Llanura Costera Veracruzana Norte	Forestal	Agricultura, Ganadería y Turismo	Minería y Poblacional	PEMEX y Pueblos indigenas	Aprovechamiento Sustentable y Restauración	Muy Alta	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 21, 22, 23, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

A partir de lo anterior, se identifica que las políticas ambientales que rigen el área de influencia son Aprovechamiento Sustentable, las cuales son coincidentes con el desarrollo del **Proyecto**.

Ahora bien, por lo que corresponde a las estrategias aplicables, se presenta el siguiente ejercicio de vinculación, que de naturaleza indicativa, a la luz de las características jurídicas y técnicas del **POEGT** que se han señalado antes:

Tabla III. 13. Vinculación con estrategias del POEGT

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio	
B) Aprovechamiento Sustentable 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	Tal y como se observa de las estrategias antes plasmadas, se encuentran dirigidas al aprovechamiento sustentable de los componentes y recursos naturales presentes en la región, lo cual se logra a través de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación contempladas en el capítulo VI de la **MIA-R**. En este sentido y previa la valoración realizada con el presente estudio, se han diseñado y se implementarán una serie de acciones para garantizar la continuidad de los componentes y servicios ambientales en la zona, a la par de la construcción y operación del parque fotovoltaico. De tal forma que las estrategias impulsan el desarrollo de este dentro de la región, al encontrarse alineadas con los objetivos definidos para el Proyecto.
C) Protección de los recursos naturales y **D) Restauración.** 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	En cumplimiento con las estrategias estipuladas anteriormente, el Proyecto contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación y acciones específicas para los posibles impactos que se puedan generar dentro de las diferentes etapas, en los componentes ambientales presentes en la zona, con lo cual se garantiza la continuidad y calidad de los procesos ambientales que se desarrollan en la región. Como parte de las medidas a implementar se contemplan las actividades con las que se garantiza la compensación y restauración de la región que sufrirá el impacto temporal. En este sentido, la promovente propiciara el uso de biofertilizantes dentro de la realización de dichas actividades.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios. 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	Conforme a lo estipulado con las estrategias antes transcritas, se desprende que el Proyecto no se relaciona con actividades del sector minero, turístico, automotriz, hidrocarburos, por lo que no le resultan aplicables. No obstante y como se ha mencionado, se tiene contemplado la implementación de diversas medidas y acciones de prevención, mitigación y compensación encaminadas al aprovechamiento sustentable de los recursos dentro de la región, aunado a los beneficios económicos, sociales y ambientales que conlleva la construcción y operación de un parque fotovoltaico.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista)–beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana.	
C) Agua y Saneamiento 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	En relación con el presente sector y como se mencionó, los requerimientos de agua para el Proyecto son mínimos y serán suministrados mediante terceros autorizados por las autoridades competentes.
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. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 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. 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso 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. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Estas estrategias están enfocadas al que hacer de la **APF,** no obstante lo anterior, tal y como se señaló, el Proyecto conllevará diversos beneficios económicos y sociales en la región. Lo anterior, por medio de la generación de empleos (directos e indirectos) y la producción de energía por medio de una fuente renovable.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico 42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Estas estrategias están enfocadas al que hacer de la **APF**. Por lo que no le resultan aplicables al Proyecto.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

Con base en lo anterior, se prevé para la región **18.17 (UAB 75)** el grupo de estrategias: I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, en la que se prevé el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales, valorizando los servicios ambientales que brindan, las del Grupo II Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana y las del Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Por lo que, a la luz de las consideraciones realizadas en este apartado, es claro que el **Proyecto** es compatible con las políticas y estrategias del **POEGT**. Como resultado del análisis realizado al presente instrumento de política ambiental, se identificó que las estrategias ecológicas analizadas no establecen contradicción o limitación legal alguna para el desarrollo del **Proyecto**.

III.5.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca (POEREO)

El **POEREO** publicado en el periódico oficial del estado de Oaxaca el día 27 de febrero de 2016 y refrendado mediante la publicación de fecha 18 de marzo de 2017, tiene por objeto establecer y orientar la política de uso de suelo en función del impacto ambiental que generen las actividades productivas, encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el conseso y minimice el conflicto dentre los diferentes sectores sociales y las autoridades de una región y regular el uso de suelo y las actividades productiva, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

En este sentido el **POEREO**, se encuentra estructura de la siguiente forma:

- **Caracterización:** En este apartado se lleva a cabo una descripción del estado actual de los elementos naturales, sociales y económicos del territorio;
- **Diagnóstico:** Se identifica y analiza la aptitud del territorio y los conflictos ambientales entre los sectores con actividad en el área a ordenar;
- **Pronóstico:** Se examina la evolución de los conflictos ambientales a partir de las predicciones del comportamiento de las variables naturales, sociales y económicas que puedan influenciar el patrón de ocupación territorial; y
- **Propuesta:** Se obtiene un patrón de ocupación del territorio que maximiza el consenso entre los sectores y minimiza los conflictos ambientales, favoreciendo el desarrollo sustentable en el área a ordenar, además de establecerse los lineamientos y las estrategias ecológicas para cada unidad de gestión ambiental (**UGA**) identificada en el modelo de ordenamiento.

Como se mencionó anteriormente dentro del apartado de "propuesta" se define un Modelo de Ordenamiento Ecológico (**MOE**), en el cual se definen 55 UGA´s y a las cuales se les asigna una serie de criterios y lineamientos con la finalidad de regular las actividades económicas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Cada **UGA** incluye una ficha que contiene su toponimia, ubicación y características como presencia de puertos y áreas de exclusión entre otros datos. Contienen también una tabla con las acciones específicas aplicables a cada una.

Con lo que de conformidad con el **MOE** previsto en el en el **POEREO**, el **Proyecto** incide dentro de la **UGA 001** definida con una política de aprovechamiento sustentable, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura III. 5. UGA del POEREO en la que incide el Proyecto.



Tabla III. 14. Características de la UGA en la que incide el Proyecto.

UGA	Política	Aptitud	Lineamientos	Criterios de Regulación Ecológica
001	Aprovechamiento Sustentable	Uso Recomendado: S2 (Agrícola), S1 (Acuícola) y S8 (Ganadero). Uso Condicionado: S9 (Industria), S10 (Minería), S9E (Industria – Energías Alternativas), S4 (Asentamientos Humanos). Uso No Recomendado: S3 (Apícola), S6 (Ecoturismo), S11 (Turismo)	Aprovechar las 473.694 ha con aptitud para el desarrollo de actividades productivas con mejoras en los procesos y empleo de técnicas menos agresivas con el suelo en los sectores agropecuarios, así como conservar las 40,198 ha actuales de bosques, selvas y matorrales en condiciones óptimas para detener la tenencia en el deterioro de sus recursos	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-019, C-020, C-023, C-024, C-025, C-026, C-027, C-028, C-029, C-031, C-032, C-033, C-043, C-044, C-045, C-046, C-047 y C-048

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

UGA	Política	Aptitud	Lineamientos	Criterios de Regulación Ecológica
		Sin Aptitud: S7 (Forestal).		

A continuación, se realizará una vinculación exhaustiva con Los criterios de regulación ecológica aplicables a la **UGA 001** en la que incide el **Proyecto**.

Tabla III. 15. Vinculación del Proyecto con las acciones generales del POEREO.

Clave criterios	Descripción	Vinculación con el proyecto
C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas	Como se menciono en el apartado correspondiente, el Proyecto no realizará ningún aprovechamiento de especies silvestres, aunado a que implementará una serie de medidas encaminadas a la protección y conservación de las especies de flora y fauna presentes en el área del Proyecto, con las cuales se garantizará la continuidad y la calidad de los componentes y servicios ambientales de la zona.
C-014	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación a cauces naturales y/o flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación	En cumplimiento con lo anterior, el Proyecto no realizará ninguna modificación cauces naturales y/o flujos de escurrimiento perennes o temporales, por lo que se cumple con lo indicado por el criterio en referencia.
C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor a 50m.	Tal y como se mencionó el Proyecto no se ubica en márgenes de ríos y/o cañadas, por lo que el presente criterio no le resulta aplicable.
C-016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	El Proyecto no se ubica en un ecosistema de costas y/o dunas costeras, por lo que no le resulta aplicable el presente criterio.
C-017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.	El Proyecto no realiazará ningún tipo de actividad de quema de ningún material y todos sus residuos serán almacenados temporalmente en zonas definifas y diseñadas específicamente para cada tipo de residuo (peligroso, manejo especial y sólidos urbanos), para su posterior disposición ante terceros autorizados por las autoridades competentes.
C-019	En los cuerpos de agua naturales, solo se recomienda realizar la actividad acuícola con especies nativas.	El Proyecto no se relaciona con el desarrollo de actividades acuícolas, por lo que el presente criterio no le resulta aplicable.
C-020	Se deberán tratar las aguas residuales que sean vertidas en cuerpos de agua que abastecen o son utilizados por actividades acuícolas	El presente criterio se encuentra encaminado al quehacer de la administración pública estatal, sin embargo y como se ha mencionado, el Proyecto contratará e instalará baños portátiles para el manejo de aguas residuales, los cuales serán dispuestos ante terceros autorizados para su tratamiento y disposición final.
C-023	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas cercanas a esteros y antiguos brazos o lechos secos de arroyos	El Proyecto no se relaciona con desarrollos habitacionales, por lo que el presente criterio no le resulta aplicable.
C-024	Los desarrollos habitacionales deberán establecerse a una distancia mínima de 5km de industrias con desechos peligrosos.	
C-025	Se deberá tratar el agua residual de todas las localidades con más de 2500 habitantes de acuerdo al censo de población actual, mientras que en las localidades con población menor a esta cifra, se buscará la incorporación de infraestructura adecuada para el correcto manejo de dichas aguas.	El presente criterio se encuentra encaminado al quehacer de la administración pública estatal, sin embargo y como se ha mencionado, el Proyecto contratará e instalará baños portátiles para el manejo de aguas residuales, los cuales serán dispuestos ante terceros autorizados para su tratamiento y disposición final.
C-026	Todos los asentamientos humanos, viviendas, establecimientos comerciales, industrias y de	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave criterios	Descripción	Vinculación con el proyecto
	servicios, en tanto no cuenten con sistema de drenaje sanitario deberán conducir sus aguas residuales hacia fosas sépticas que cumplan con los requisitos previstos en las disposiciones legales en la materia. Para asentamientos rurales dispersos, deberám usar tecnologías alternativas que cumplan con la normatividad ambiental aplciable.	
C-027	Los desarrollos habitaciones deberán evitarse en zonas con acuíferos sobreexplotados.	El Proyecto no se relaciona con desarrollos habitacionales, por lo que el presente criterio no le resulta aplicable.
C-028	Se evitará el establecimiento de asentamientos humanos dentro de tiraderos, rellenos sanitarios y todo lugar que contenga desechos sólidos urbanos.	
C-029	Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación natuva, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	Como fue mencionado, todos los residuos generados con las actividades de construcción del Proyecto serán clasificados y almacenados en zonas diseñadas para cada tipo de residuos y los cuales serán entregados a terceros autorizados por las Autoridades Competentes para su tratamiento y disposición final en sitios autorizados.
C-031	Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento deberá cumplir con los criterios establecidos por protección civil.	En cumplimiento con lo anterior, se informa que el Proyecto cumplirá con todas las medidas de seguridad establecidas por la Dirección de Protección Civil estatal.
C-032	En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación (ver mapa de riesgos) no se recomienda la construcción de desarrollos habitaciones o turísticos.	El Proyecto no se ubica en zonas de alto riesgo, aunado a que no se relaciona con desarrollos habitacionales o turísticos, por lo que no le resulta aplicable el criterio en cuestión.
C-033	Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural (ver mapa de riesgos de inundación del POEREO)	Como fue mencionado, el Proyecto no se ubica en zonas con riesgo de inundación, así como que no se alterará el flujo de corrientes y/o cuerpos hidrológicos, por lo que no le resulta aplicable el presente criterio.
C-043	Los hatos de ganadería intensiva se deberán mantener a una distancia mínima de 500 metros de cuerpos y/o afluentes de agua.	El Proyecto no se relaciona con actividades ganaderas, por lo que no le resulta aplicable el presente criterio.
C-044	El uso de productos químicos para el control de plagas en ganado deberá hacerse de manera controlada con dosis óptimas y alejado de afluentes o cuerpos de agua.	
C-045	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población.	Se informa que por la naturaleza del Proyecto no se generan desechos peligrosos de ningún tipo, asimismo y como se ha mencionado, todos los residuos generados por las actividades del Proyecto serán almacenados temporalmente para su posterior disposición a terceros autorizados para su manejo, tratamiento y disposición final.
C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	En cumplimiento con lo requerido por el presente criterio, se informa que en caso de presentarse dicho escenario la promovente adoptará todas las medidas necesarias para la limpieza, restauración y recuperación del sitio contaminado, aunado a que dará el aviso correspondiente a las Autoridades Competentes.
C-047	Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno.	El Proyecto no se relaciona con la infraestructura eólica, sin embargo tal y como se ha mencionado, dentro del Capítulo VI de la presente MIA-R, se realiza la propuesta de las medidas de prevención, mitigación y compensación encaminadas a garantizar la continuidad

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave criterios	Descripción	Vinculación con el proyecto
		y calidad de los componentes y servicios ambientales presentes en la zona, con la finalidad de generar un aprovechamiento sustentable de los recursos.
C-048	Se recomienda solo otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento o preferentemente se deberá reemplazar el uso de explosivos por cemento expansivo o corte con hilo diamantado en la actividad minera, cuando se trate de rocas dimensionales.	El Proyecto por su naturaleza no requiere del uso de explosivos de ningún tipo, aunado a que no se relaciona con actividades mineras, por lo que el presente criterio no le resulta aplicable.

En tal sentido, derivado de la vinculación realizada del Programa y la naturaleza del **Proyecto**, se desprende que este es compatible y congruente con lo establecido en la política, lineamiento, criterios ecológicos y las aptitudes definidas para tales efectis. Aunado a lo mencionado, el propio ordenamiento establece criterios que impulsan no solo el desarrollo de Proyectos de energía con fuentes alternativas, por lo que se estima que su desarrollo se encuentra acorde a los objetivos y metas que se trazan en el Programa. Además, entre otros aspectos, para su desarrollo y ejecución se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias para garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos en la zona.

III. 6. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

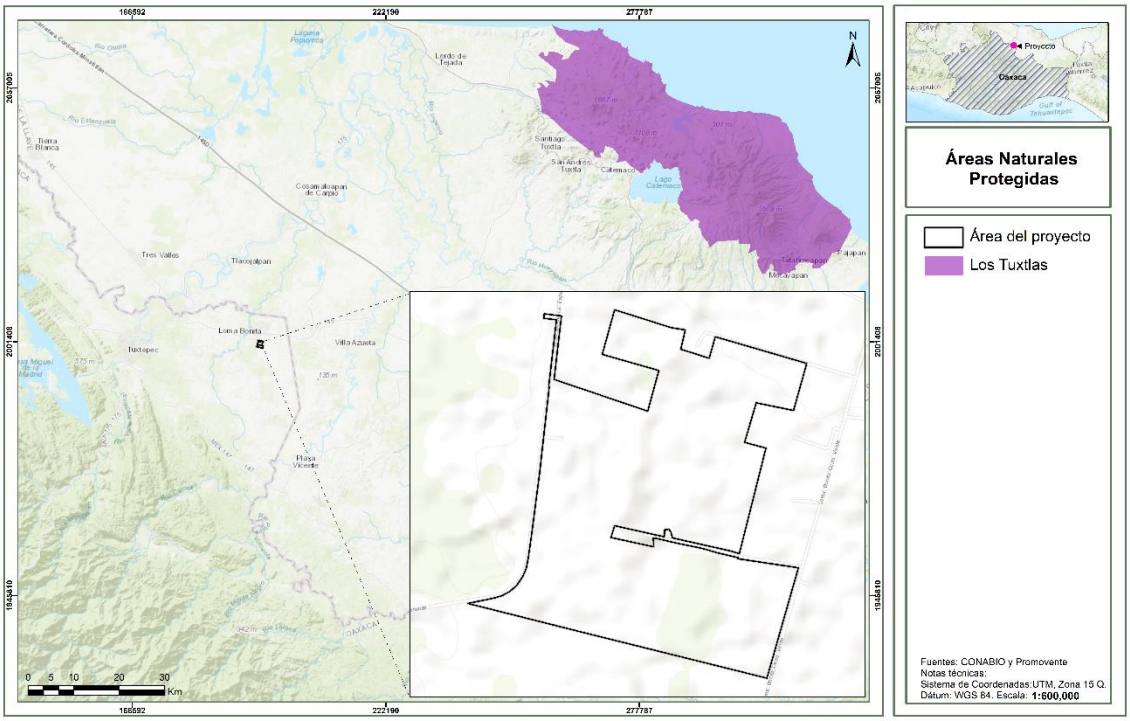
III.6.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP).

De conformidad con lo dispuesto por la **LGEEPA**, las **ANP,** se definen como aquellas zonas dentro del territorio nacional cuyas condiciones originales no han sido alteradas significativamente. De igual forma el artículo 46 de este mismo ordenamiento, establece que los gobiernos de los Estados y la Ciudad de México, podrán establecer parques, reservas estatales y demás categorías de manejo conforme a la legislación local en la materia. Bajo ese tenor, tales áreas fueron creadas con la intención de monitorear que los recursos naturales presentes tuvieran una protección adicional a la ya otorgada por el marco legal.

En este caso, el **Proyecto** no se encuentra dentro de alguna **ANP** de los tres niveles de gobierno, tal y como se aprecia en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III. 6. Ubicación del Proyecto con respecto de ANP´s.



III.6.2. Instrumentos de Planeación para la Conservación.

La conservación de la biodiversidad es una prioridad nacional ante la crisis ambiental (cambio de uso del suelo, deforestación, degradación ambiental y cambio climático global, entre otros factores) que enfrenta el país, la cual se ha incrementado durante las últimas décadas. Para lograr este objetivo, se requieren nuevas metodologías que permitan medir los cambios espaciales y temporales en la integridad de los ecosistemas naturales, lo que implica que se disponga de un marco de referencia para realizar los análisis espaciales y temporales de la cobertura, de la diversidad biológica, de la estructura y función de los ecosistemas, así como de su respuesta a distintas intensidades de disturbio o modificación.

Por lo anterior, diversas instituciones tanto gubernamentales como no gubernamentales, nacionales e internacionales, como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad **(CONABIO)**, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas **(CONANP)**, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza **(FMCN)**, Pronatura, A. C., la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves **(CIPAMEX)**, la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte **(CCA)**, la Fundación David y Lucile Packard, el Fondo Mundial para la Naturaleza **(WWF)**, la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional **(USAID)**, The Nature Conservancy **(TNC)** y BirdLife International, identificaron diversas regiones prioritarias en México. En este sentido, en el siguiente apartado se analizaron cada una de ellas a la luz del **Proyecto**, realizándose en aquellas que resulten aplicables, la vinculación respectiva.

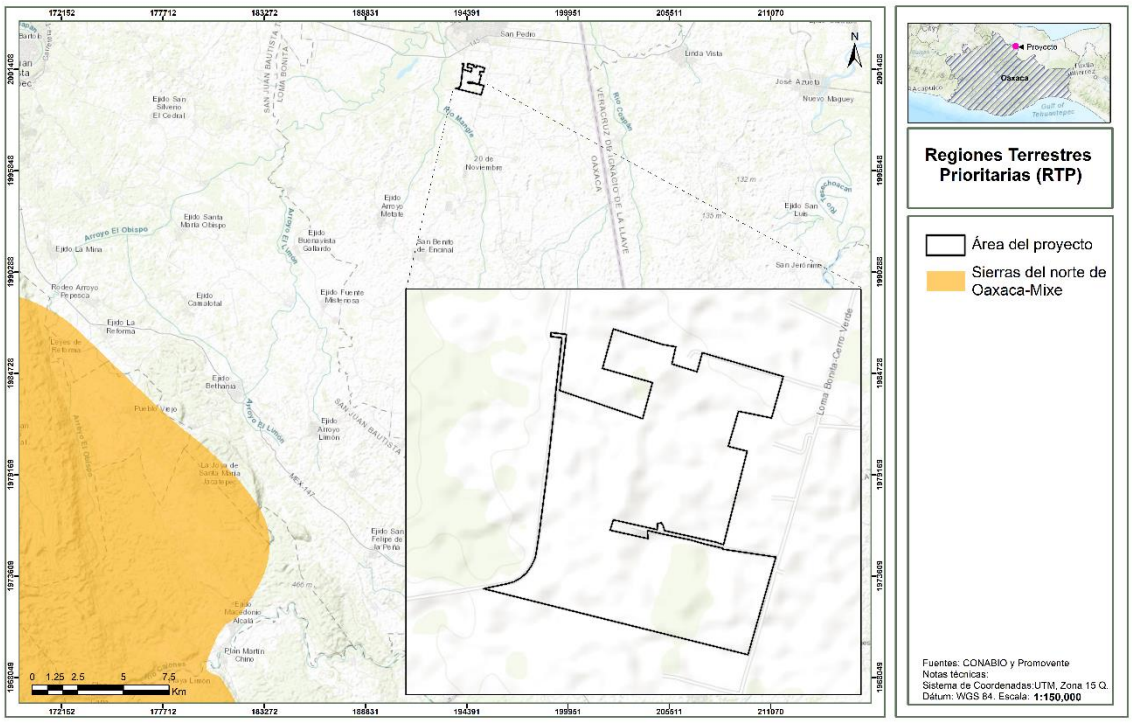
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.6.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El Proyecto de **RTP** se circunscribe al Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la **CONABIO**, que se orienta a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. En el país se identifican 152 **RTP** para la conservación de la biodiversidad en México que cubren una superficie de 515,558 km² y que están delimitadas espacialmente en función de su correspondencia con rasgos topográficos, ecorregiones, cuencas hidrológicas, áreas naturales protegidas, tipos de sustrato y de vegetación y del área de distribución de algunas especies clave.

En el caso concreto del **Proyecto** que nos ocupa, podemos notar que el **Proyecto** no incide en ninguna **RTP**, tal y como se puede aprecia en la siguiente figura:

Figura III. 7. Ubicación del Proyecto con respecto de RTP´s

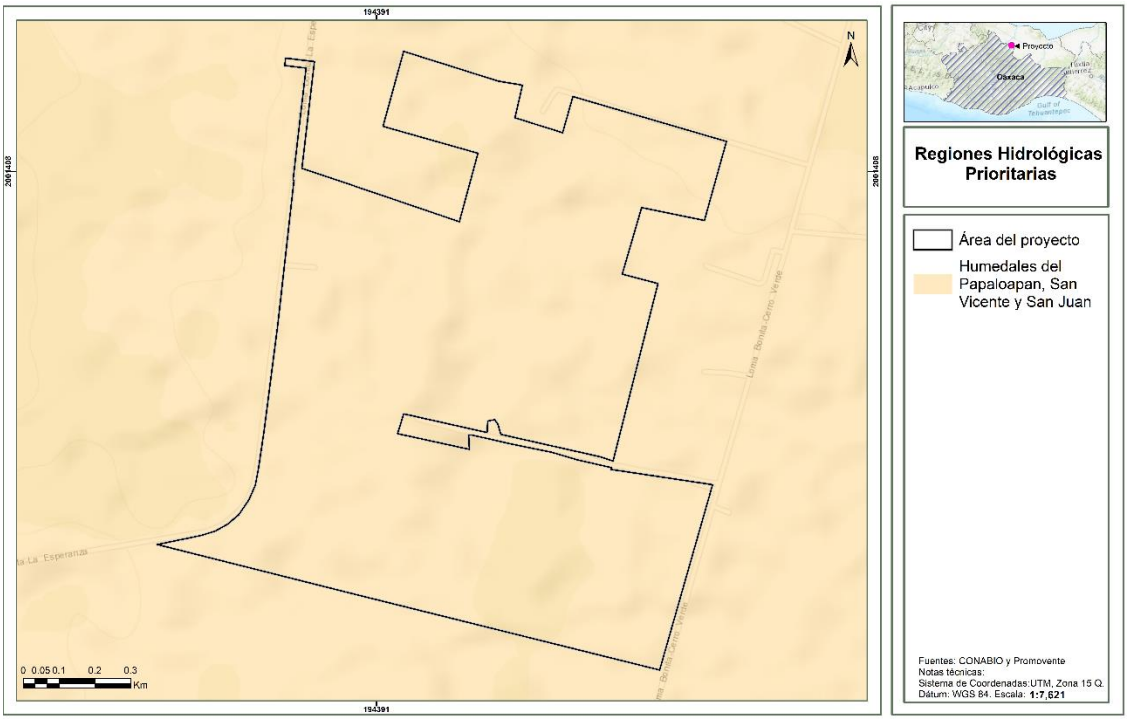


III.6.2.2. Región Hidrológica Prioritaria (RHP).

En el país se identifican 110 **RHP** por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación. En el caso concreto, tenemos que el Proyecto se encuentra dentro de la **RHP** denominada “Humedales del Paploapan, San Vicente y San Juan”. Esto tal y como se puede observar en la siguiente figura:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III. 8. Ubicación del Proyecto con respecto de RHP´s



Con base en lo expuesto anteriormente, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**) ha emitido fichas técnicas de las **RHP** en las que realiza una caracterización de la zona, así como, define la problemática de dicha región con la finalidad de identificar los factores que favorecen el deterioro e impacto negativo. En este sentido, a continuación, se realiza una vinculación con la problemática definida con la finalidad de demostrar la compatibilidad del **Proyecto** en dicha zona.

Tabla III. 16. Vinculación con la RHP que incide el Proyecto.

Problemática	Vinculación
-Modificación del entorno: construcción de carreteras, relleno de áreas inundables y modificación de la vegetación por actividades agrícolas (cultivo de caña). - Contaminación: por actividad petrolera y desechos de la industria azucarera (ingenio San Cristóbal) y papelera, desechos industriales y urbanos. - Uso de recursos: violación de vedas y tallas mínimas. Uso de suelo agrícola y ganadero.	Derivado de la naturaleza del Proyecto y de las actividades a realizar, se identifica que este no se relaciona con el sector agrícola y/o agropecuario, industria petrolera y azucarera, de tal forma que su construcción y operación no propicia un deterioro en la calidad ambiental de la zona. En este orden de ideas, los residuos sólidos urbanos y los rellenos sanitarios que se generen en las distintas etapas del Proyecto, serán dispuestos ante terceros autorizados por las Autoridades competentes, para su disposición final en los centros correspondientes.

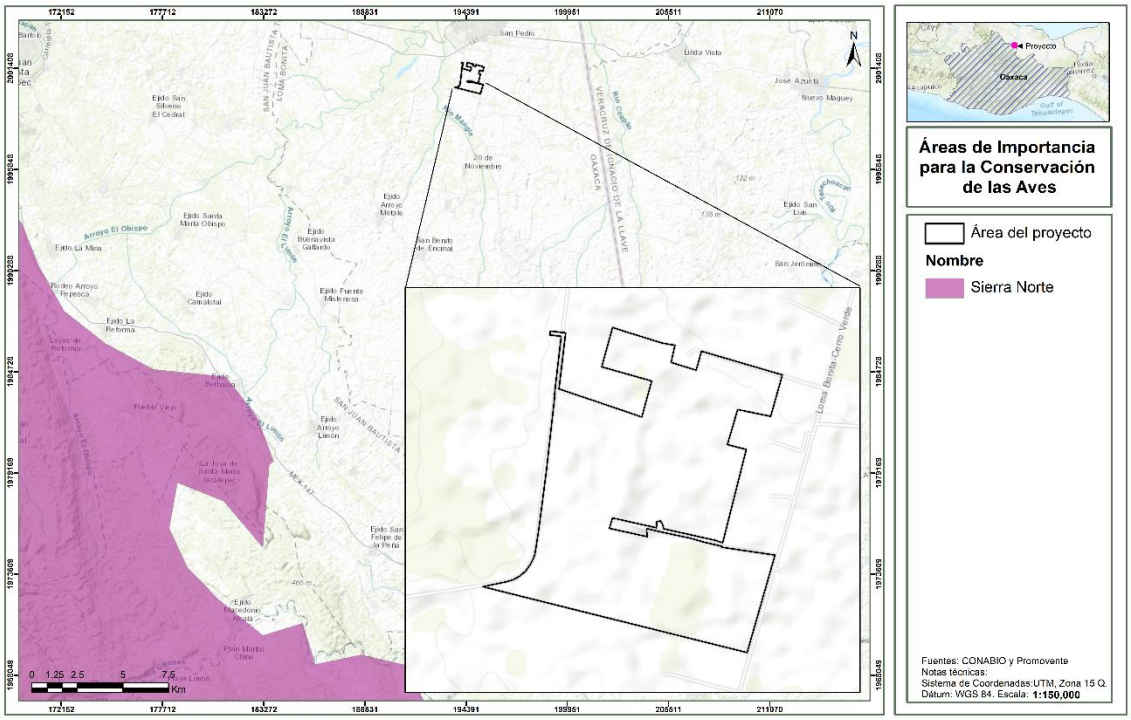
Bajo este contexto, se ha identificado que el desarrollo del **Proyecto** no propicia un deterioro en los componentes de la región, aunado a que la problemática definida no le resulta aplicable derivado de la naturaleza de las actividades a desarrollar. No obstante, se desarrollarán medidas y acciones en materia de residuos encaminadas a mantener la calidad ambiental de la región.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.6.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA).

La **CONABIO** tiene registradas 230 **AICA**, las cuales se clasifican en 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves. En el caso que nos ocupa, el Proyecto no intersecta con ninguna **AICA**, tal y como se observa en la siguiente figura**.**

Figura III. 9. Ubicación del Proyecto con respecto de las AICA



III.6.2.4. Sitios Prioritarios.

De conformidad con la **CONABIO,** uno de los objetivos de las **ANP** es la protección de la biodiversidad, por lo que es necesario revisar su funcionamiento, conectividad y representatividad, ya que a pesar de que la red de **ANP** ha crecido en los últimos años y ha aumentado la capacidad de gestión de las mismas, la pérdida de diversidad biológica continúa.

En este sentido, con el objetivo de crear y mantener sistemas de **ANP** nacionales y regionales completos, eficazmente gestionados y ecológicamente representativos, México adoptó el Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas, en el marco del **CDB**, en el que se decidió realizar los análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad para los ambientes terrestres, marinos y acuáticos epicontinentales de todo el país, a diversas escalas, con el objeto de orientar estrategias para la conservación, como el establecimiento de nuevas áreas protegidas y de otros instrumentos de conservación *in situ*.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Por lo que, éstas, funcionan más como una herramienta para la planeación ambiental a cargo de la administración pública, que un instrumento jurídico de cumplimiento obligatorio para los particulares. Ideado para identificar vacíos y omisiones en materia de conservación y en esa medida constituir un marco de referencia para orientar el establecimiento, a través de ordenamientos jurídicos específicos, de sitios que dado sus características requieren ser preservados y restaurados, siguiendo para tal efecto procedimientos administrativos que concluyen en Decretos de **ANP´s**.

No obstante a ello y, dado que son instrumentos orientativos, se tomaron como base para la elaboración del presente Estudio con el objeto de identificar aquellos sitios prioritarios con los que podría haber cierta interacción y, en su caso, reforzar las medidas de prevención, mitigación y compensación que aseguren la minimización de los impactos ambientales que se ocasionen por el desarrollo del **Proyecto**.

En el caso particular la **CONABIO** ha determinado cuatro tipos de SP: 1) Terrestres, 2) Marinos, 3) Acuáticos continentales y 4) Primates. En tal sentido, la incidencia del Proyecto con respecto de estas, se analiza en los siguientes apartados:

III.6.2.4.1. Sitios Prioritarios Terrestres (SPT).

La planeación sistemática surgió como una de las ramas de la biología de la conservación para brindar una guía clara y completa en el proceso de creación de sistemas representativos de áreas para la conservación. En este esquema, los **SPT** para la conservación detectados en el análisis de optimización cubren 594 894 km^2 (30.36% de la superficie), 12.9% de esta superficie se localiza en algún **ANP** (que equivale a 3.9 % de la superficie continental del país)[5].

Para identificar los **SPT** se dividió la superficie terrestre del país en 8,045 hexágonos de 256 km^2 cada uno y, se evaluaron 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación, así como 19 capas de diversos factores de amenaza. Para reducir el sesgo en la información sobre la distribución de las especies se utilizaron modelos de nicho ecológico editados por especialistas.

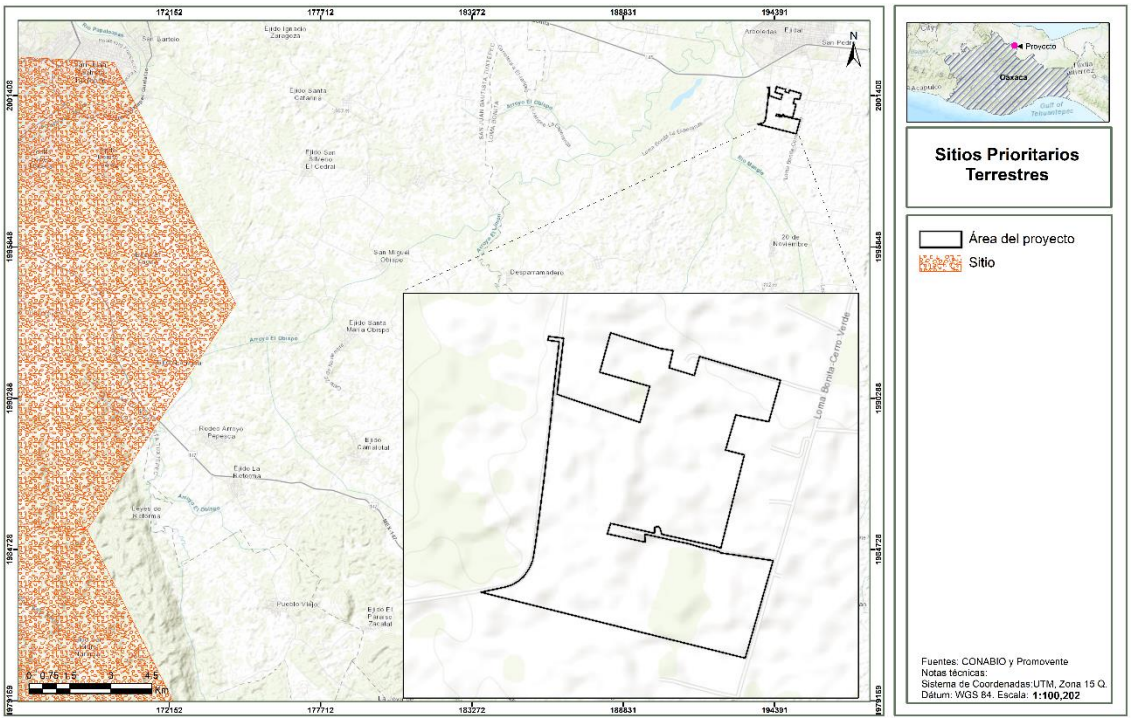
Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible.

En el caso particular al sobreponer y hacer las intersecciones correspondientes de la ubicación del Proyecto obtuvimos que no existe ninguna incidencia con **SPT´s**. Tal y como se aprecia en la siguiente figura**.**

[5] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III. 10. Ubicación del Proyecto con respecto de SPT´s



III.6.2.4.2. Sitios Prioritarios Marinos (SPM).

Si bien la principal estrategia para la conservación en México ha sido el establecimiento de áreas protegidas, en el caso de los ecosistemas marinos existe un sesgo, que es más evidente cuando se considera toda la Zona Económica Exclusiva, ya que sólo 1.38% de los ambientes oceánicos está protegida bajo algún decreto de área protegida, por lo que resulta fundamental la expansión de los sistemas de áreas protegidas de una forma estratégica, en aquellos sitios con mayor diversidad que enfrentan las mayores amenazas[6].

Se han identificado 105 **SPM** (costas, océanos y elementos insulares) utilizando cartografía temática digital, bases de datos de ejemplares georreferenciados de especies de flora y fauna y otros elementos de la biodiversidad marina. Alrededor de 18% de la superficie de los sitios prioritarios está decretada como área protegida; 78 se encuentran representados en menos del 20% de su superficie en el sistema de **AP**, destacando el hecho de que por primera vez se identificaron 29 sitios ubicados en aguas profundas[7].

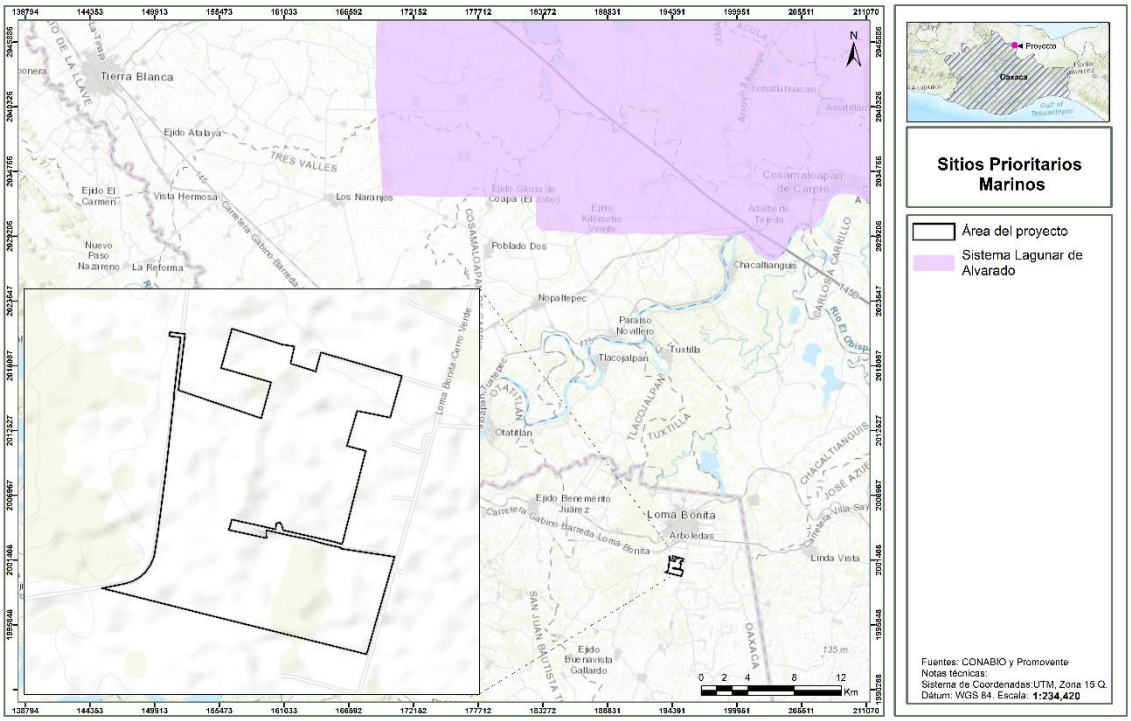
Con esto, el análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina representa una referencia para la toma de decisiones e identificación de prioridades relacionadas con los ecosistemas marinos para el conocimiento, conservación y manejo sustentable de estos recursos.

[6] http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/gap_marino
[7] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En el caso de este Proyecto debido a su localización, no incide en algún **SPM**, siendo que el mas cercano corresponde a “Sistema Lagunar Alvarado” a una distancia de 26.72 km, tal y como se puede observar en la siguiente figura.

Figura III. 11. Ubicación del Proyecto respecto de los SPM´s.



III.6.2.4.3. Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales (SPAE).

Los sistemas acuáticos son de los primeros en recibir los impactos de las actividades antropogénicas, entre los factores que contribuyen a la destrucción y modificación de estos sistemas son el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación del recurso hídrico, la contaminación de cuerpos de agua, la alteración de los flujos de agua por presas, bordos y canales y, la introducción accidental o deliberada de especies exóticas. La pérdida de biodiversidad acuática epicontinental y de los recursos hídricos tiene como consecuencia la pérdida de servicios ambientales necesarios para el bienestar humano[8].

En razón de ello, la identificación de sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales es una herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable.

[8] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

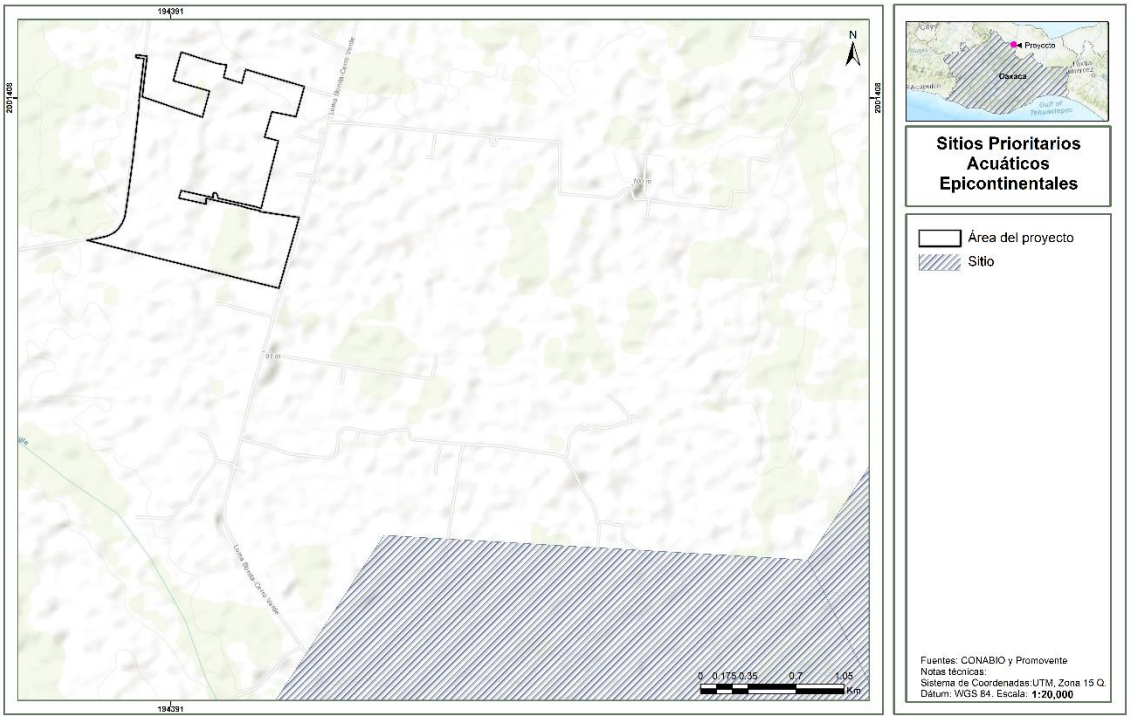
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En este contexto la identificación de los sitios se hizo en siete grandes regiones hidrográficas para asignar valores a las diferencias ecológicas existentes entre las regiones semiáridas y húmedas de México, así como para reconocer las particularidades de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad, resultando un conjunto de **SP** para la conservación acotados a los ambientes acuáticos epicontinentales que abarcan 598 875 km^2 (28.8% de la superficie del país), de los cuales 15.8% están representados en ANP y 21.7% son sitios de extrema prioridad.

Las siete regiones hidrográficas son: 1) Península de Baja California, 2) Noroeste, 3) Altiplano, 4) Centro, 5) Golfo de México, 6) Pacífico Tropical, y 7) Península de Yucatán. Asimismo, se identificaron los sitios prioritarios con el algoritmo de optimización MARXAN versión 1.8, con el uso de una rejilla de 83,091 hexágonos de 25 km^2 en la que se incorporaron todos los elementos de análisis. El algoritmo permite identificar una combinación de unidades de análisis que cumple con las metas de conservación asignadas en un área mínima y con los valores más bajos de impacto[9]

En el caso del **Proyecto**, tal y como se puede observar en la siguiente figura**,** no incide con ningún **SPAE.**

Figura III. 12. Ubicación del Proyecto con respecto de los SPAE que incide el Proyecto.



[9] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/GAPepicontinental_Imprenta.pdf

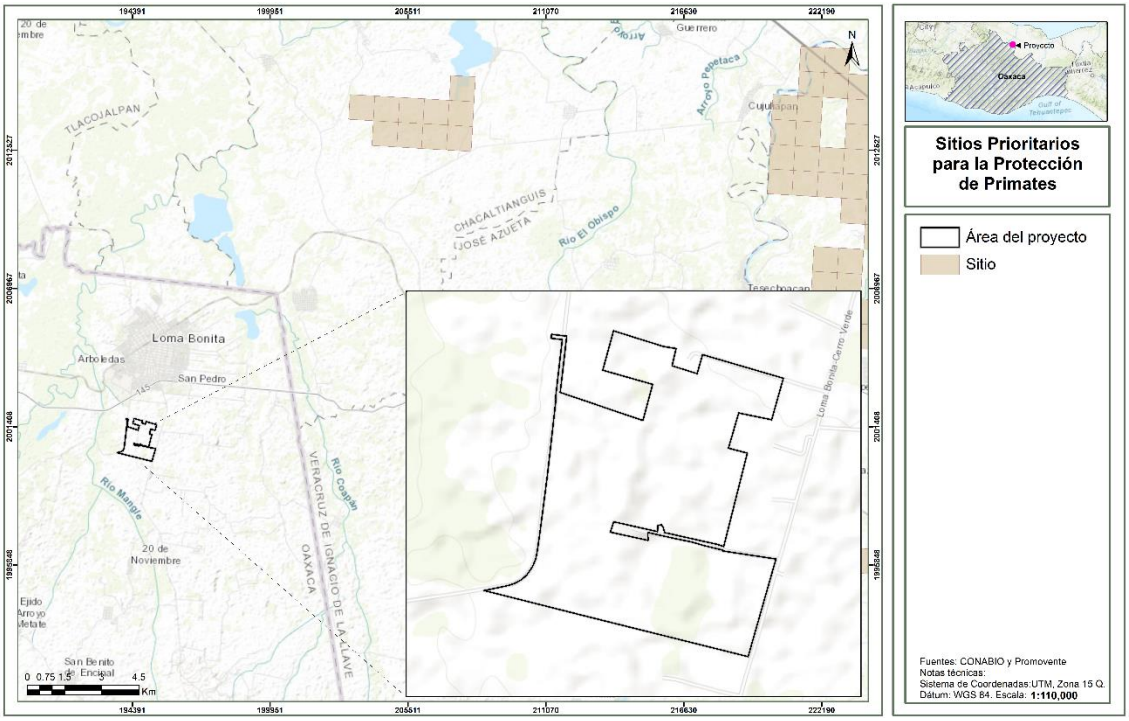
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.6.2.4.4. Sitios Prioritarios Primates (SPP).

En México habitan tres especies de primates no humanos, el mono aullador negro (*Alouatta pigra*), el mono aullador de manto o mono aullador pardo (*Alouatta palliata mexicana*) y el mono araña (representado por dos *subespecies Ateles geoffroyi vellerosus y A. geoffroyi yucatanensis*)[10].

Dada la ubicación del proyecto y que el área de distribución de estas especies se circunscribe a las selvas tropicales húmedas del sureste del país, resulta que éste claramente no incide en algún **SPP**. Esto como se puede apreciar en la siguiente figura**.**

Figura III. 13. Ubicación de los SPP en México



III.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM´s).

Con base en la diversidad de acciones que con lleva la instrumentación de un Proyecto de la naturaleza y alcances como el aquí propuesto, se hace necesario su análisis a partir de la normatividad aplicable con respecto de las **NOM´s**. Este se presenta a continuación:

III.7.1. Aire.

En este rubro, se identificaron las siguientes:

[10] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III. 17. NOM´s en materia de aire

NORMA OFICIAL MEXICANA	Vinculación
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.”	Para estar en cumplimiento con esta norma, se implementará un programa de verificación sobre los equipos del proyecto y se pedirá a los transportistas contar con un programa de mantenimiento preventivo y las verificaciones vehiculares correspondienten que amparen que el uso de los vehículos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos. Asimismo, en caso de ser necesario se elaborará y tendrá en regla la bitácora en donde se reporten las actividades de mantenimiento de equipos.
NOM-045-SEMARNAT-2017 “Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.”	
NOM-050-SEMARNAT-2017 “Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.”	
NOM-077-SEMARNAT-1995, “Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.”	

III.7.2. Residuos.

Para este componente, se identificaron las siguientes:

Tabla III. 18. NOM´s en materia de residuos

NORMA OFICIAL MEXICANA	Vinculación
NOM-053-SEMARNAT-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.”	Durante el desarrollo del Proyecto se cumplirá cabalmente la Norma al no mezclar residuos generados de ningún tipo (peligrosos, de manejo especial o sólidos urbanos), tendrá recipientes con etiquetas que identifiquen los tipos de residuos peligrosos por sus características corrosivas, reactivas, explosivas o tóxicas.
NOM-054-SEMARNAT-1993, “Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.”	
NOM-052-SEMARNAT-2005, “Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos**.”**	Se cumplirá cabalmente con la norma, al realizar el proceso de identificación, clasificación y el listado de los residuos generados con el desarrollo del Proyecto.
NOM-161-SEMARNAT-2011, “Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos al 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.”	Durante las diversas etapas del Proyecto, se cumplirá cabalmente la Norma al identificar los residuos de manejo especial y posteriormente los canalizará con empresas autorizadas por el municipio o gobierno del estado de para garantizar un manejo ambientalmente adecuado y responsable de los mismos.

III.7.3. Flora y Fauna.

En lo que respecta a este elemento, se identificaron las siguientes:

Tabla III. 19. NOM´s en materia de flora y fauna

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

NORMA OFICIAL MEXICANA	Vinculación
NOM-059-SEMARNAT-2010., "Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo."	En el predio no fueron identificadas especies enlistadas dentro de la norma. Aunado a lo anterior, dentro de las actividades contempladas para el desarrollo del Proyecto no se contempla ningún tipo de aprovechamiento de ninguna especie listada en la norma. Asimismo, dentro de las medidas contempladas en el capítulo VI de la MIA-R se establecen todas las medidas encaminadas a la protección y cuidado de las especies de flora y fauna identificadas en el área del Proyecto

III.7.4. Ruido.

Para este rubro, se identificaron las siguientes

Tabla III. 20. NOM´s en materia de ruido

NORMA OFICIAL MEXICANA	Vinculación
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."	Se solicitará a los transportistas la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, con la finalidad que los vehículos utilizados, cumplan los máximos permisibles en materia de ruido. En este tenor, el Proyecto durante sus diversas etapas, cumplirá cabalmente con el límite de ruido establecido, asimismo, realizará los monitoreos que se requieran para verificar el cumplimiento de dichos límites.
NOM-081-SEMARNAT-1994, "Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición".	

III.7.5. Aguas Residuales.

Tabla III. 21. NOM en materia de aguas residuales

NORMA OFICIAL MEXICANA	Vinculación
NOM-001-SEMARNAT-2021, "Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación".	El Proyecto, no prevé la descarga de aguas residuales a bienes de agua y/o el alcantarillado municipal, todos los rellenos sanitarios y/o aguas residuales generadas por el Proyecto serán dispuestos ante terceros autorizados por las autoridades competentes para su manejo y disposición final.
NOM-002-SEMARNAT-1996, "Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal"	

III.7.6. Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Tabla III. 22. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo

NORMA OFICIAL MEXICANA	Vinculación
NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	La promovente y sus trabajadores darán cumplimiento a esta norma por medio de la colocación de equipos móviles contra incendio.
NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo	La promovente cumplirá con dicha norma al dar una capacitación completa a todos sus trabajadores para los diversos centros de trabajo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

NORMA OFICIAL MEXICANA	Vinculación
NOM-018-STPS-2015, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	La promovente y sus trabajadores darán cumplimiento a esta norma en sus operaciones en sus equipos y procesos.
NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.	
NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	
NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	El proyecto no conlleva ninguna obra civil, siendo así que se llevará a cabo la rehabilitación y mejora de los caminos, por medio de la compactación del suelo y sello de grava; ya que serán sometidos a mayor tráfico interno. De cualquier forma, la promovente y sus trabajadores darán cumplimiento a esta norma previo y durante la operación del proyecto.

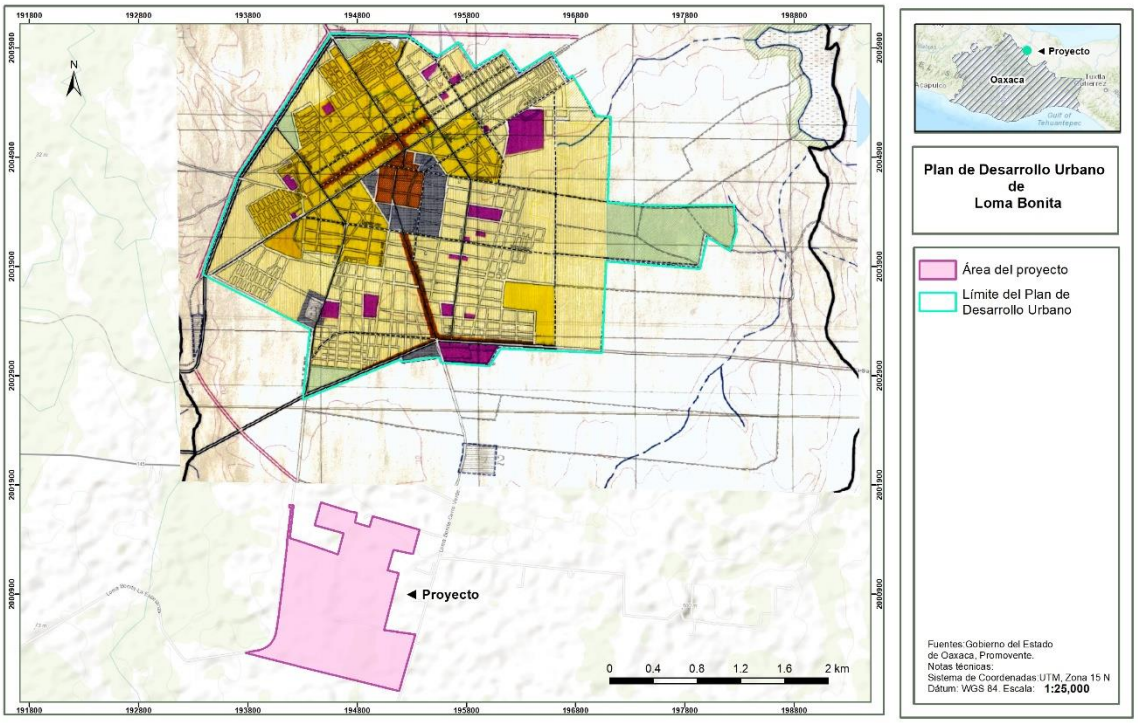
III.8. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO.

III.8.1. Plan de Centro de Población Estratégico de Loma Bonita, Tuxtepec, Oaxaca 1994 (PCPELB).

De una revisión exhaustiva a las bases de datos oficiales del municipio y estado de Oaxaca, se identificó que el día 03 de diciembre de 1994 se publicó el decreto mediante el cual se aprueba el Plan de Centro de Población Estratégico de Loma Bonita, Tuxtepec en el Periódico Oficial del estado. De manera que de una revisión a dicho programa y después de realizar una trasposición con el mapa de zonificación definido, se indentificó que el **Proyecto** se ubica fuera de las zonas contempladas en dicho Programa, tal y como se puede apreciar a continuación:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III. 14. Ubicación del Proyecto respecto del PCPELB.



De manera que las directrices que emanan del Programa de desarrollo urbano en cuestión, no le resultan aplicables.

II.9. OTROS INSTRUMENTOS.

III.9.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND).

El **PND**, publicado el 17 de julio de 2019 en el **DOF**, establece el programa de gobierno a seguirse en el presente sexenio, conviniendo acciones que buscan fomentar el desarrollo integral y sustentable del país.

Este Plan articula un conjunto de objetivos, estrategias y líneas de acción en torno a tres aspectos fundamentales para el desarrollo nacional:

1. Política y Gobierno.
2. Política Social.
3. Economía.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

4. Epílogo.

En este análisis se vinculará el **Proyecto** con el **PND**, pues como se aprecia a continuación, el Proyecto contribuirá a la consecución de su contenido y en particular a la política social en su apartado de Desarrollo Sostenible, así como, contribuirá al desarrollo de la economía mexicana con la generación de energías limpias y la inversión que el Proyecto representa. El **PND** se encuentra dividido en cinco capítulos y ofrece como presentación una reflexión sobre las oportunidades para fomentar y crecer principalmente en materia de seguridad, en el aspecto social, seguridad y respeto a los derechos fundamentales de la sociedad.

En ese sentido, por lo que hace al segundo aspecto fundamental del **PND** se encuentra la Política Social**,** mismo que a su vez incluye un rubro de **Desarrollo sostenible.** En esta sección se expone que el Gobierno Mexicano impulsara el desarrollo sostenible en virtud de que implica un bienestar en la sociedad actual y en futuras generaciones; para lo cual se deberán tener en cuenta *“mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico.”* Lo anterior, se traduce en que se fomentará el crecimiento económico a través de Proyectos que impliquen una explotación sustentable de los recursos naturales sin que provoquen afectaciones irreversibles al medio ambiente de la Nación

En este sentido, el impulso del uso de fuentes de energía alternativas, han comenzado a reducir la dependencia a los combustibles fósiles. Por lo anterior, se ha fomentado la innovación y el mercado de tecnologías, tanto en el campo de la energía como en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Bajo esas premisas, es claro que, con el Proyecto, se contribuiría a aumentar la experiencia y desarrollo de la producción de energía por medio de fuentes renovables, mejorando la situación detectada actualmente.

Ahora bien, en el apartado respecto al tema de **Economía,** también se detectó que se busca el rescate del sector energético y el aliento a la inversión privada como factores que impulsen la economía de la Nación. En este sentido, el **PND** establece lo siguiente “*La nueva política energética del Estado mexicano impulsará el desarrollo sostenible mediante la incorporación de poblaciones y comunidades a la producción de energía con fuentes renovable*s (…)”. Es entonces que el Proyecto se encuentra acorde a las directrices establecidas en el **PND**, al contribuir con el impulso de la economía y la generación de energía a través de recursos renovables. De igual forma, el Proyecto diversificará la matriz energética disminuyendo el peso de los combustibles fósiles y coadyuvando a un uso más eficiente de la energía.

En congruencia con lo que plantea el **PND**, el promovente busca concretar un proyecto de aprovechamiento sustentable de energía consciente de que la tarea del desarrollo y el crecimiento corresponde a todos los actores de la sociedad. De esta forma se busca cooperar con el Estado a que el crecimiento y el desarrollo surjan de abajo hacia arriba. El promovente busca hacer así una contribución al desarrollo sustentable del país, que como se ha expuesto en este apartado es plenamente compatible con los objetivos, estrategias y planes de acción del **PND**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

III.10. CONCLUSIONES.

En el presente apartado fueron analizados aquellos instrumentos regulatorios y de la política ambiental que aseguran un desarrollo sustentable en el país, la entidad y el municipio. Así, mediante la implementación de lineamientos ambientales, controles y restricciones que estos prevén en la realización de las actividades, se establecen las normas y criterios de observancia general y obligatoria para todos los particulares, así como para las dependencias y entidades de la Administración Pública.

En este sentido, fueron analizados y vinculados, la **CPEUM**, los Tratados Internacionales, Leyes Federales, los Reglamentos de éstas, los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, las **NOM´s** y finalmente los Planes y Programas de Desarrollo locales. De manera particular, debe de resaltarse que en el área del Proyecto no se ubican, **ANP´s** de ninguno de los tres órdenes de gobierno, al igual que, no incide en ningún sitio de conservación emitido por la **CONABIO**; sin embargo, el Proyecto a través de sus medidas de prevención, mitigación y restauración, al igual que la implementación de los programas específicos vela por el equilibrio ecológico de la región.

Con base en lo anterior, considerando la naturaleza del **Proyecto**, y la vinculación realizada en el presente capítulo; se considera que éste, además de incentivar el uso de tecnologías limpias y así contribuir a las políticas fijadas por el país, es congruente con el marco regulatorio vigente.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO IV:

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

PROYECTO:

“PV LOMA BONITA SOLAR”



SOLARIG DEVELOPMENT MÉXICO, S DE R.L. DE C.V.

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

ÍNDICE

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 8

IV.1 Delimitación y justificación del SAR donde pretende establecerse el proyecto. 8

IV.2 Características y análisis del sistema ambiental regional. 10

IV.3 Medio abiótico. 11

IV.3.1 Clima y fenómenos meteorológicos. 11

IV.3.2 Geomorfología. 25

IV.3.3 Suelo. 35

IV.3.4 Hidrología 39

IV.3.5 Aire 48

IV.4 Medio biótico. 51

IV.4.1 Vegetación. 51

IV.4.2 Metodología para la caracterización y composición florística 54

IV.4.3 Fauna. 68

IV.5 Ecosistemas 80

IV.5.1 Servicios ambientales 80

IV.5.2 Provisión de agua en cantidad y calidad 81

IV.5.3 Cálculo de Balance hidrológico en el SAR, AI y AP en su condición actual 82

IV.5.4 Resultados de la estimación del Balance Hidrológico 88

IV.5.5 Captura de carbono y generación de oxígeno 89

IV.5.6 Metodología 89

IV.5.7 Resultados 91

IV.5.8 Anexos memorias de cálculo 103

IV.6 Cambio climático 103

IV.6.1 Calentamiento global 107

IV.6.2 Adaptación al cambio climático 109

IV.7 Medio socioeconómico. 110

IV.7.1 Contexto municipal 110

IV.8 Paisaje. 114

[redacted]

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

IV.8.1 Identificación y delimitación de unidades paisajísticas 116
IV.8.2 Valoración del paisaje 118
IV.8.3 Fragilidad del paisaje 120
IV.9 Diagnostico ambiental. 121
IV.9.1 Indicadores de calidad ambiental 121
IV.9.2 Síntesis del inventario y calidad ambiental 123
IV.9.3 Descripción de la calidad ambiental 124

Índice de tablas

Tabla IV.1. Superficies del área de estudio. 9
Tabla IV.2. Principales rasgos geomorfológicos. 26
Tabla IV.3. Geología del SAR, AI y AP. 29
Tabla IV.4. Escala de Mercalli. 31
Tabla IV.5. Superficie por tipo de suelo en el SAR, AI y AP. 37
Tabla IV.6. Tipos de erosión presente en el SAR, AI y AP 38
Tabla IV.7. Características de las regiones hidrológicas sobre las que inciden el SAR, AI y AP. 39
Tabla IV.8. Características y tipo de escurrimientos que inciden el SAR, AI y AP. 42
Tabla IV.9. Superficies por Usos de suelo y vegetación identificados en campo. 52
Tabla IV.10. Superficies y porcentajes de aprovechamiento. 53
Tabla IV.11. Distribución de los sitios de muestreo para el SAR y AI y puntos de verificación en el AP. 55
Tabla IV.12. Coordenadas de los sitios de muestreo. 55
Tabla IV.12. Coordenadas de los sitios de sitios de verificación. 55
Tabla IV.13. Ejemplo Bitácora de campo 56
Tabla IV.14. Listado de especies de flora registradas en el SAR y AI durante el trabajo de campo para Vsa/SAP. 61
Tabla IV.15. Listado de especies de flora registradas en el AP durante el trabajo de campo. 62
Tabla IV.16. Índices de diversidad para el estrato arbóreo de Vsa/SAP en el SAR. 63
Tabla IV.17. Índices de diversidad para el estrato arbóreo de Vsa/SAP en el AI. 63
Tabla IV.18. Índices de diversidad para el estrato arbustivo de Vsa/SAP en el SAR. 64
Tabla IV.19. Índices de diversidad para el estrato arbustivo de Vsa/SAP en el AI. 64
Tabla IV.20. Índices de diversidad para el estrato herbáceo de Vsa/SAP en el SAR. 65

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

Tabla IV.21. Índices de diversidad para el estrato herbáceo de Vsa/SAP en el AI. 65
Tabla IV.22. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de Vsa/SAP del SAR. 65
Tabla IV.23. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de Vsa/SAP del AI. 66
Tabla IV.24. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de Vsa/SAP del SAR. 66
Tabla IV.25. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de Vsa/SAP del AI. 67
Tabla IV.26. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de Vsa/SAP del SAR. 67
Tabla IV.27. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de Vsa/SAP del AI. 67
Tabla IV.28. Coordenadas de los transectos por área muestreada. 73
Tabla IV.29. Número de especies registrado por grupo faunístico y área muestreada. 74
Tabla IV.30. Listado de especies registradas por grupo faunístico y área muestreada. 75
Tabla IV.31. Lista de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 76
Tabla IV.32. Abundancia de especies por grupo faunístico. 77
Tabla IV.33. Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR. 77
Tabla IV.34. Valores del nivel de riesgo en los diferentes servicios ambientales. 81
Tabla IV.35. Valores del parámetro K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB), para diferentes tipos de suelo. 84
Tabla IV.36. Valores del parámetro K (modificado por Cruz-Falcón 2007), para diferentes tipos y uso de suelo. NOM-011-CNA-2015. 84
Tabla IV.37. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015). 85
Tabla IV.38. Evapotranspiración según cubierta vegetal. 87
Tabla IV.39. Resumen de resultados de la estimación del balance hídrico en el SAR, AI y AP en condiciones actuales. 88
Tabla IV.40. Resumen de resultados y evidencia de la disminución del balance hídrico una vez removida la vegetación en el AP. 89
Tabla IV.41. Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México. 89
Tabla IV.42. Carbono almacenado en diferentes tipos de cultivo. 90
Tabla IV.43. Resultados de la estimación de captura de carbono. 91
Tabla IV.44. Resultados de la estimación de generación de oxígeno. 91
Tabla IV.45. Ecuaciones regionalizadas para la República Mexicana (Becerra, 1997) 94
Tabla IV.46. Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB. 95
Tabla IV.47. Factor para vegetación y/o uso de suelo (Montes-Léon et al, 2011). 97
Tabla IV.48. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015). 98

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

Tabla IV.49. Clasificación de la erosión hídrica. 98
Tabla IV.50. Fases y texturas de suelos. 100
Tabla IV.51. Valores de CAUSO por tipo de vegetación 100
Tabla IV.52. Clases de degradación de suelos 100
Tabla IV.53. Resumen de resultados de la estimación de erosión hídrica actual en las tres áreas del proyecto. 101
Tabla IV.54. Resumen de resultados de la estimación del incremento de erosión hídrica al ejecutar el proyecto. 101
Tabla IV.55. Resumen de resultados de la estimación de erosión eólica actual en las tres áreas del proyecto. 102
Tabla IV.56. Resumen de resultados de la estimación del incremento de erosión eólica al ejecutar el proyecto. 102
Tabla IV.57. Porcentaje (%) de cambio en la precipitación para el municipio de Loma Bonita, donde se ubica el SAR, AI y AP. 105
Tabla IV.58. Anomalía de temperatura media (°C) para el municipio de Loma Bonita, donde se ubica el SAR, AI y AP. 106
Tabla IV.59. Nivel de vulnerabilidades para el municipio de Loma Bonita, donde se ubica el SAR, AI y AP. 106
Tabla IV.60. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje. 115
Tabla IV.61. Escala de referencia utilizada para determinar la calidad visual. 118
Tabla IV.62. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para el sitio del Proyecto. 119
Tabla IV.63. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV. 120
Tabla IV.64. Escala de referencia CAV. 121
Tabla IV.65. Indicadores de calidad ambiental. 121
Tabla IV.66. Síntesis del inventario ambiental y su calidad actual en el SAR, AI y AP. 123

Índice de figuras

Figura IV.1. Sistema Ambiental Regional, Área de Influencia y Área del Proyecto. 10
Figura IV.2. Ubicación del Proyecto. 10
Figura IV.3. Unidades climáticas presentes en el SAR. 12
Figura IV.4. Temperatura máxima y mínima promedio en Loma Bonita. 13

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

Figura IV.5. Promedio mensual de lluvia en Loma Bonita..... 14

Figura IV.6. Velocidad promedio del viento en Loma Bonita..... 14

Figura IV.7. Dirección del viento en Loma Bonita 15

Figura IV.8. Energía solar de onda corta incidente diario promedio en Loma Bonita 16

Figura IV.9. Mapa de recurso solar Potencial Eléctrico Fotovoltaico durante el periodo 1999-2018. Fuente: SOLARGIS. 16

Figura IV.9. Nivel de peligro por sequía en el AP, AI y SAR. 18

Figura IV.10. Nivel de peligro por heladas en el AP, AI y SAR. 19

Figura IV.11. Nivel de peligro por ciclones tropicales en el AP, AI y SAR. 20

Figura IV.12. Nivel de peligro por granizo en el AP, AI y SAR. 21

Figura IV.13. Nivel de peligro por inundaciones en el AP, AI y SAR. 22

Figura IV.14. Zona baja de la ribera del río Obispo. 22

Figura IV.15. peligro por inundaciones. 24

Figura IV.16. Provincias y subprovincias fisiográficas que inciden en el AP, AI y SAR. 26

Figura IV.17. Sistema de topoformas que inciden en el AP, AI y SAR. 27

Figura IV.18. Rango altitudinal del AP, AI y SAR. 27

Figura IV.19. Unidades litoestratigráficas que inciden en el AP, AI y SAR. 28

Figura IV.20. Fallas y fracturas que inciden en el AP, AI y SAR. 30

Figura IV.21. Ubicación del AP, AI y SAR en la Regionalización sísmica de México. 30

Figura IV.22. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la intensidad sísmica de México (Escala de Mercalli). 32

Figura IV.23. Nivel de peligro por deslizamientos de laderas en el AP, AI y SAR. 33

Figura IV.24. Nivel de peligro por hundimientos en el AP, AI y SAR. 34

Figura IV.25. Unidades edafológicas que inciden en el AP, AI y SAR. 37

Figura IV.26. Tipos de erosión presente en el SAR, AI y AP 38

Figura IV.27. Región hidrológica sobre la que incide el SAR, AI y AP. 40

Figura IV.28. Hidrología superficial que incide en el SAR, AI y AP. 40

Figura IV.29. Tipos de escurrimientos que incide en el SAR, AI y AP. 41

Figura IV.30. Tipos de escurrimientos que incide en el AI y AP. 42

Figura IV.31. Acuíferos que inciden en el SAR, AI y AP. 43

Figura IV.32. Uso de suelo y vegetación presentes en el SAR, AI y AP según el INEGI. 51

[redacted]

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

Figura IV.33. Mapa de Uso de suelo y vegetación reconocidos en campo para el SAR, AI y AP. 52
Figura IV.34. Mapa de Uso de suelo y vegetación reconocidos en campo para el AI y AP. 54
Figura IV.35. Forma de los sitios de muestreo para la caracterización de la vegetación. 57
Figura IV.36. Trabajo de campo para caracterización de flora. 57
Figura IV.37. Curva de acumulación de especies para la vegetación de Vsa/SAP en el SAR. 60
Figura IV.38. Curva de acumulación de especies para la vegetación de Vsa/SAP en el AI. 61
Figura IV.39. Representación gráfica de la ubicación de los transectos dentro del SAR, AI y AP. 74
Figura IV.40. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del SAR. 78
Figura IV.41. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del AI 79
Figura IV.42. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del AP. 79
Figura IV.43. Balance hidrológico según el tipo de cubierta vegetal (%). 87
Figura IV.44. Regionalización Nacional de factor R (Becerra, 1997). 94
Figura IV.45. Cambio en la distribución potencial de mamíferos terrestres en el SAR, AI y AP. 107
Figura IV.46. Zonas de calentamiento global en el SAR, AI y AP. 108
Figura IV.47. Pirámide población total del municipio de Loma Bonita 2020. 110
Figura IV.48. Principales lenguas indígenas habladas por la población del municipio de Loma Bonita. 111
Figura IV.49. Evolución de la población económicamente activa en Oaxaca. 111
Figura IV.50. Índice de marginación para el municipio de Loma Bonita. 112
Figura IV.51. Índice de desarrollo humano para el municipio de Loma Bonita. 113
Figura IV.52. Calidad y fragilidad del paisaje dentro del SAR, AI y AP. 117

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

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

El concepto de Sistema Ambiental Regional es asumido como una unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en la evaluación del impacto ambiental que conlleve a identificar y caracterizar un espacio geográfico en el cual se pretende establecer un proyecto determinado. La singularidad de este proceso hace que el binomio ambiente-proyecto, alcance su concreción objetiva en términos de valoración de sus efectos en el ecosistema, lo cual solo puede ser posible si previamente existe una valoración de las características del espacio geográfico y de su delimitación, utilitaria, pero precisa.

Ahora bien, la delimitación del Sistema Ambiental Regional (**SAR**), tiene como objeto, tener un espacio finito y concordante con las dimensiones del proyecto que se somete a evaluación, sobre el cual se realizó una descripción clara y precisa de los elementos naturales del sistema ambiental incluyendo los componentes antrópicos y los aspectos socioeconómicos del área, bajo el entendido de que estos últimos, son relevantes en los procesos de trasformación del medio natural en una escala de tiempo ecológico. Adicionalmente, el SAR nos permite identificar y enunciar las problemáticas ambientales y sociales asociadas a la evaluación del proyecto, así como determinar tendencias de territorio regional, que no necesariamente se ligan a las interacciones que se analizan en este documento.

Por otra parte, para la delimitación de la Zona o Área de Influencia (**AI**) del proyecto, se tomaron en cuenta las definiciones que este término implica, bajo el entendido de que el Área de influencia, es la zona en la que los impactos que generen las actividades del proyecto podrían tener algunas repercusiones en los ámbitos físicos y biológicos, pero tendrán principalmente efectos en el aspecto social y económico, ya que durante la etapa de construcción podrían demandar de servicios y consumibles que se requieran tales como compra de insumos de agregados, combustible, alimentos, etc. En cuanto al área de influencia, se considera únicamente la superficie que directamente será impactada por las actividades de construcción, y operación del proyecto.

Finalmente, para el Área del proyecto (**AP**), se considera exclusivamente el espacio físico que se ocupa para desarrollar el proyecto. Sus límites corresponden a las demarcaciones físicas del mismo.

IV.1 Delimitación y justificación del SAR donde pretende establecerse el proyecto.

La delimitación del sistema ambiental regional (**SAR**) equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Este objetivo, pudiera homologarse al intento de definir los límites del o de los ecosistemas presentes en el área donde va a establecerse el proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de sistema ambiental regional, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas.

Si bien se reconoce que hay acepciones que establecen que los ecosistemas carecen de límites definidos y que, por lo tanto, conforman sistemas continuos sin fronteras, en donde “el ecosistema no tiene escala, ni soporte espacial definido”, ni tampoco dispone de una especificidad en el tiempo, con referencia a la escala de las actividades y transformaciones humanas del medio natural, para el caso de la evaluación de impacto ambiental es necesario contar con un sistema de referencia, el cual al tener límites territoriales, permite delimitar el ámbito de análisis de la estructura y el funcionamiento de uno o más ecosistemas.

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

Para definir el **SAR** se consideraron criterios hidrológicos y de microcuencas, así como usos de suelo y vegetación de la serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). En la microcuenca hidrológica no sólo ocurren las fases del ciclo hidrológico, sino que coexisten interrelaciones complejas entre los diferentes recursos que le dan unidad geográfica y ambiental. Por lo tanto, el enfoque de la gestión requiere un manejo integrado incorporando no solamente los aspectos directamente ligados al agua, sino de los recursos tales como el aire, suelo, flora y fauna.

Tomando en cuanto lo anterior, se consideraron los límites de los polígonos que forman las microcuencas:

- Al este con microcuenca Las Sabanetas,
- Al suroeste con microcuenca Arroyo Limón,
- Al oeste con microcuenca Desparramadero

De igual manera se consideraron los límites de los polígonos de 7 usos de suelo y vegetación indicados por el INEGI en su serie VII, limitando el SAR de la siguiente manera:

- Al norte con pastizal cultivado, popal y un cuerpo de agua
- Al noroeste con vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia, agricultura de temporal semipermanente

El **AI** corresponde a un buffer de 500 m alrededor de la línea de transmisión y los componentes que conforman el Proyecto.

Finalmente, el **AP** únicamente considera el conjunto de obras y actividades que se refieren a la generación y transporte de energía eléctrica.

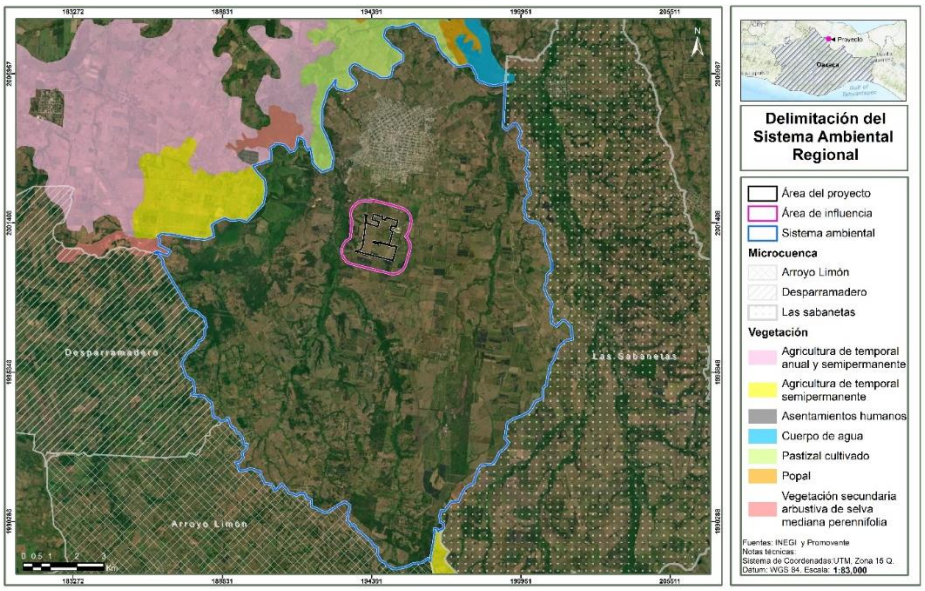
En la siguiente tabla, se muestran las superficies que abarcan las áreas delimitadas como **SAR, AI** y **AP**, con la finalidad de enfocar el análisis de los componentes abióticos y bióticos dentro de estas áreas. De igual manera, en la siguiente figura, se muestra de manera gráfica la delimitación de las tres zonas que inciden en el proyecto.

Tabla IV.1. Superficies del área de estudio.

Área	Superficie	
	Hectáreas	m^2
Área de Proyecto	153.014	1,530,140.00
Área de Influencia	547.9914	5,479,913.70
Sistema Ambiental Regional	18,035.2233	180,352,233.36

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

Figura IV.1. Sistema Ambiental Regional, Área de Influencia y Área del Proyecto.

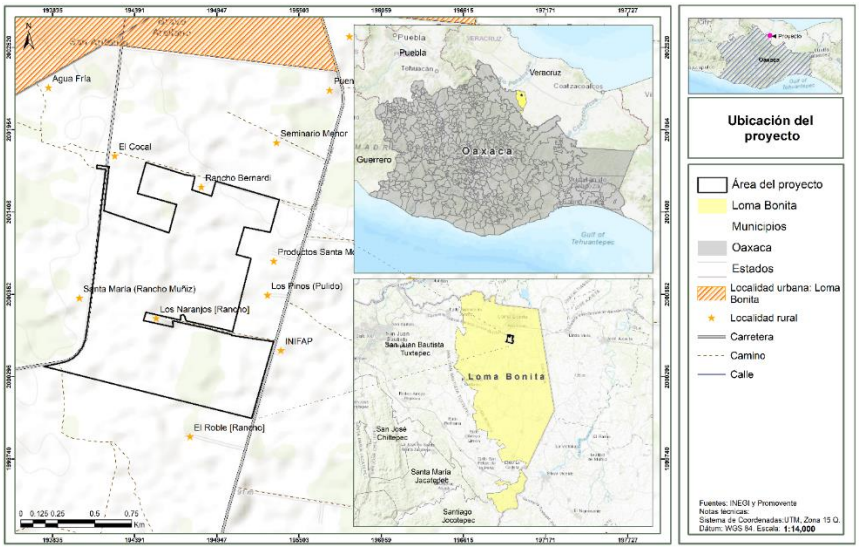


IV.2 Características y análisis del sistema ambiental regional.

La caracterización del espacio geográfico del **SAR**, nos permite realizar una descripción general de las condiciones ambientales de la región, así como la identificación de las características abióticas, bióticas y sociales del área geográfica donde se establecerá y tendrá influencia el proyecto.

El espacio geográfico donde se pretende ubicar el proyecto se localiza en el estado de Oaxaca en el municipio de Loma Bonita, el área del **SAR** se ubica solo dentro de esta entidad federativa.

Figura IV.2. Ubicación del Proyecto.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

La caracterización del medio físico se hizo a través de un análisis documental y cartográfico elaborado con base en información del **INEGI**[1], no obstante, también se consultaron fuentes de información como el Centro Nacional de Prevención de Desastres (**CENAPRED**), sitios web e información disponible del municipio donde se encuentra inmerso el **SAR**. Los aspectos del medio biótico se realizaron a través de los trabajos de campo realizados en el **SAR** y parte del **AI,** complementándose con información del **INEGI** y la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**) principalmente. Los aspectos del medio socioeconómico se caracterizaron a nivel municipal con la información del último censo del **INEGI** (2020) así como los estudios de marginación elaborados por el Consejo Nacional de Población (**CONAPO**)[2] y Atlas Digital Geográfico del Medio Ambiente, 2019 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**).

IV.3 Medio abiótico.

IV.3.1 Clima y fenómenos meteorológicos.

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1981), en el área donde se ubica el **SAR** se identifican dos tipos de unidades climáticas: el cálido húmedo y subhúmedo, mientras que el clima en la totalidad del **AI** y **AP**, corresponde a cálido subhúmedo.

El clima cálido húmedo se caracteriza por presentar poca oscilación térmica, tanto a lo largo del día como en el transcurso del año, esto significa que la diferencia entre la menor temperatura del año o del día en relación con la mayor, está por debajo de los 10°C. Así, se observa que en este tipo de clima las condiciones de temperaturas son elevadas (22°C como temperatura media anual aproximadamente) y estables casi todo el año (Servicio Meteorológico Nacional, 2021).

La humedad relativa se comporta de manera similar a la temperatura, es decir, presenta variaciones ligeras en el transcurso del día y del año, por lo general va del 70% al 99% según “Climate consultant (6.0.15)” (Software, 2021), lo que indica que el aire está saturado de partículas de agua. Lo anterior depende de varios factores como los cuerpos de agua cercanos y la precipitación pluvial que suele ser mayor a los 1000 mm anuales.

El clima cálido subhúmedo tiene una temperatura media anual por encima de los 20 °C, y suele presentar poca oscilación térmica durante el día, sin embargo, tiene una estación de lluvias definida comúnmente en los meses de verano con una temperatura de 22 °C aproximadamente, y una temporada invernal seca con una temperatura mayor a los 18 °C (Servicio Meteorológico Nacional, 2021).

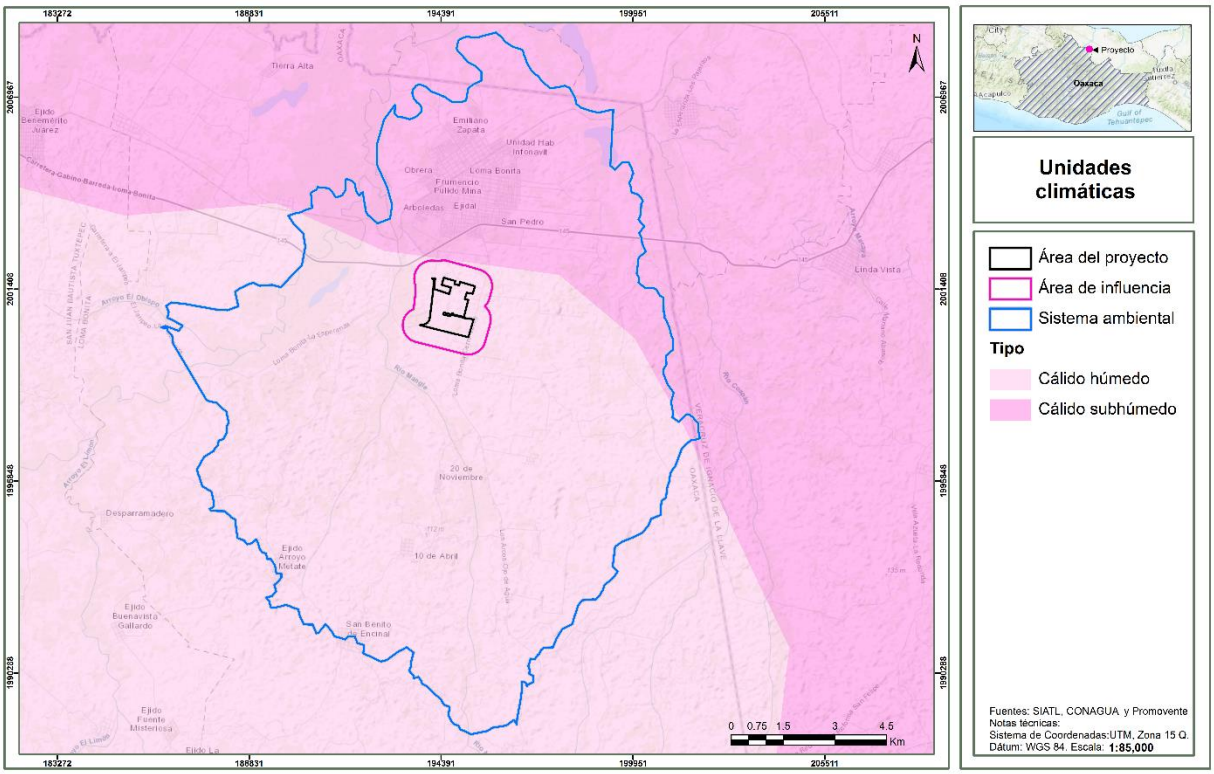
La humedad relativa en este clima por lo general oscila entre 60 y 99% a lo largo del año según “Climate consultant (6.0.15)” (Software, 2021), el verano es la temporada más húmeda y el invierno la más seca, lo anterior indica que el aire está saturado de partículas de agua al menos la mitad del año, esto depende de varios factores como los cuerpos de agua cercanos, la precipitación pluvial que suele ser mayor a los 800 mm anuales, entre otros.

[1] http://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

[2] http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones

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

Figura IV.3. Unidades climáticas presentes en el SAR.



Para la recopilación de los registros climatológicos necesarios para esta **MIA-R**, se consultó la información disponible en plataformas como *© WeatherSpark.com* donde se muestra un reanálisis combinando una variedad de medidas de área amplia en un moderno modelo meteorológico mundial para reconstruir la historia del clima, hora por hora, de todo el mundo en una cuadrícula con bloques de 50 km, se tiene que específicamente para el municipio de Loma Bonita[3]: La información fue consultada el 27 de febrero de 2024, no obstante, la aplicación indica que este informe ilustra el clima típico en Loma Bonita, basado en un análisis estadístico de informes climatológicos históricos por hora y reconstrucciones de modelos del 1 de enero de 1980 al 31 de diciembre de 2016.

Temperatura promedio en Loma Bonita

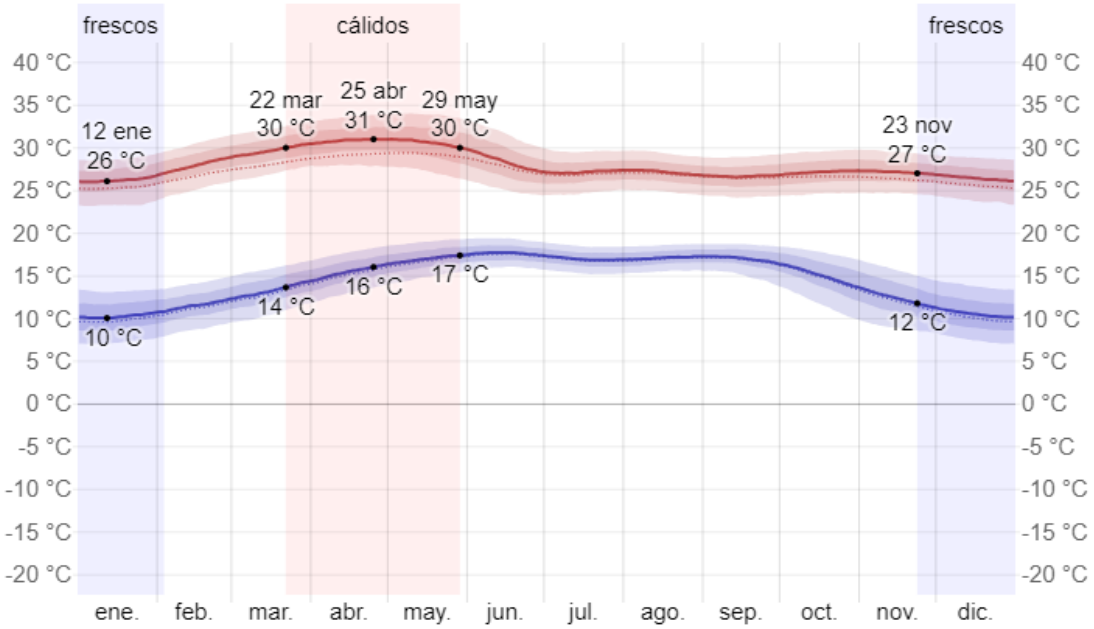
La temporada calurosa dura 2.2 meses, del 22 de marzo al 29 de mayo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 30 °C. El mes más cálido del año en Loma Bonita es mayo, con una temperatura máxima promedio de 31 °C y mínima de 17 °C.

[3] https://es.weatherspark.com/y/5533/Clima-promedio-en-Loma-Bonita-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o consultado el 27 de febrero de 2024.

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

La temporada fresca dura 2.3 meses, del 23 de noviembre al 3 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 27°C. El mes más frío del año en Loma Bonita es enero, con una temperatura mínima promedio de 10 °C y máxima de 26 °C.

Figura IV.4. Temperatura máxima y mínima promedio en Loma Bonita.



Precipitación

La temporada de precipitación dura 4.5 meses, de 26 de mayo a 8 de octubre, con una probabilidad de más del 40% de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Loma Bonita es agosto, con un promedio de 22.9 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 7.5 meses, del 8 de octubre al 26 de mayo. El mes con menos días mojados en Loma Bonita es diciembre, con un promedio de 0.7 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 78 % el 26 de agosto.

Lluvia

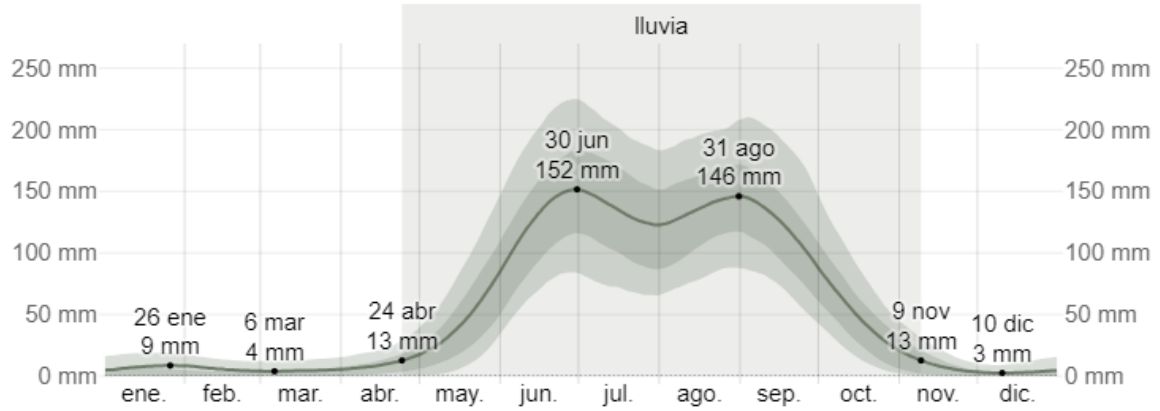
Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período de 31 días en una escala móvil centrado alrededor de cada día del año. Loma Bonita tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación.

La temporada de lluvia dura 6.5 meses, del 24 de abril al 9 de noviembre, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El mes con más lluvia en Loma Bonita es agosto, con un promedio de 136 milímetros de lluvia.

El periodo del año sin lluvia dura 5.5 meses, del 9 de noviembre al 24 de abril. El mes con menos lluvia en Loma Bonita es diciembre, con un promedio de 3 milímetros de lluvia.

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

Figura IV.5. Promedio mensual de lluvia en Loma Bonita



Viento

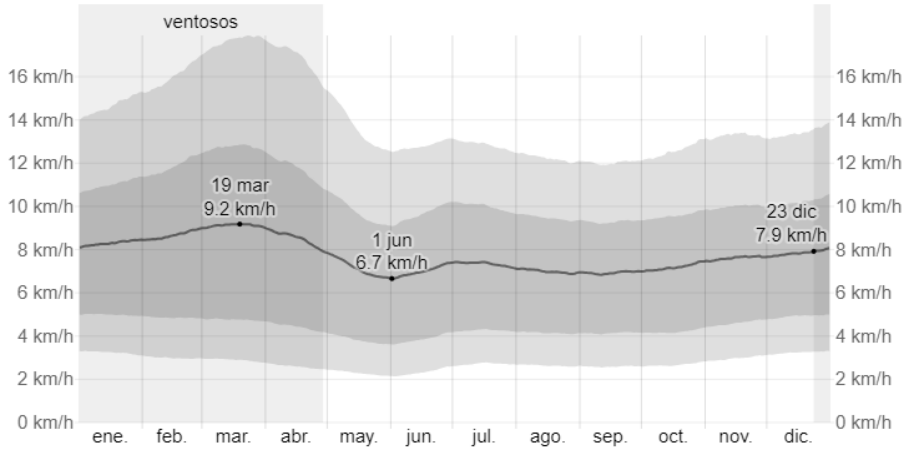
Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Loma Bonita tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4.2 meses, del 23 de diciembre al 29 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 7.9 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Loma Bonita es marzo, con vientos a una velocidad promedio de 9.1 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7.8 meses, del 29 de abril al 23 de diciembre. El mes más calmado del año en Loma Bonita es septiembre, con vientos a una velocidad promedio de 6.9 kilómetros por hora.

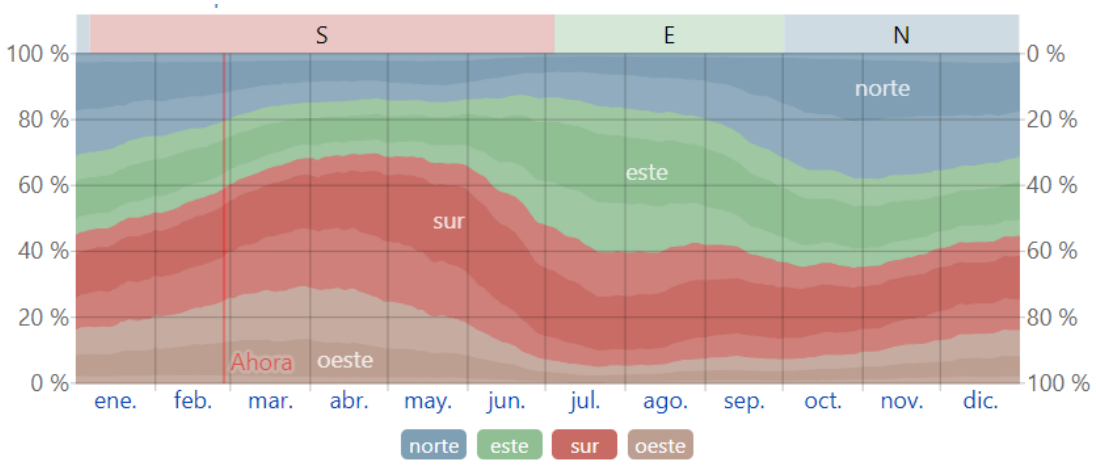
Figura IV.6. Velocidad promedio del viento en Loma Bonita



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

El viento con más frecuencia viene del sur durante 5.9 meses, del 6 de enero al 4 de julio, con un porcentaje máximo del 48 % en 31 de mayo. El viento con más frecuencia viene del este durante 2.9 meses, del 4 de julio al 1 de octubre, con un porcentaje máximo del 44 % en 21 de julio. El viento con más frecuencia viene del norte durante 3.2 meses, del 1 de octubre al 6 de enero, con un porcentaje máximo del 31 % en 1 de enero.

Figura IV.7. Dirección del viento en Loma Bonita



Energía solar

Esta sección trata sobre la energía solar de onda corta incidente diaria total que llega a la superficie de la tierra en un área amplia, tomando en cuenta las variaciones estacionales de la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes y otros elementos atmosféricos. La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta.

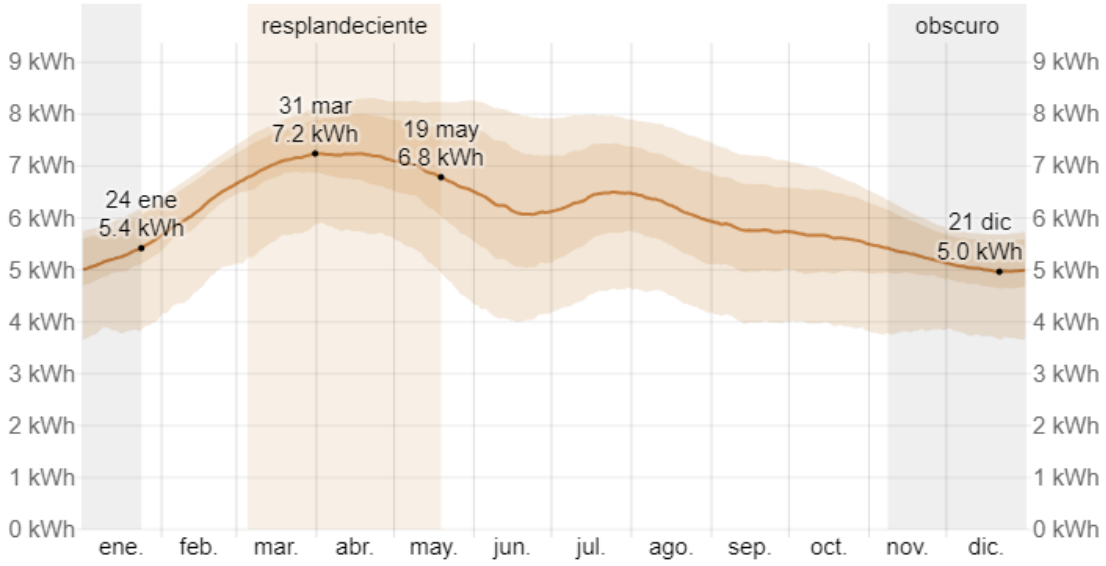
La energía solar de onda corta incidente promedio diaria tiene variaciones estacionales leves durante el año.

El período más resplandeciente del año dura 2.4 meses, del 5 de marzo al 19 de mayo, con una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado superior a 6.8 kWh. El mes más resplandeciente del año en Loma Bonita es abril, con un promedio de 7.2 kWh.

El periodo más obscuro del año dura 2.5 meses, del 8 de noviembre al 24 de enero, con una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado de menos de 5.4 kWh. El mes más oscuro del año en Loma Bonita es diciembre, con un promedio de 5.0 kWh.

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

Figura IV.8. Energía solar de onda corta incidente diario promedio en Loma Bonita



Ahora bien, de acuerdo con información generada por el Grupo Banco Mundial en su mapa de potencial eléctrico solar fotovoltaico (FV) estimado. Representa el promedio del total diario/anual de la producción eléctrica de una planta solar FV de 1 kW-pico conectada a la red, calculado para un periodo reciente de 20 años (1999-2018).

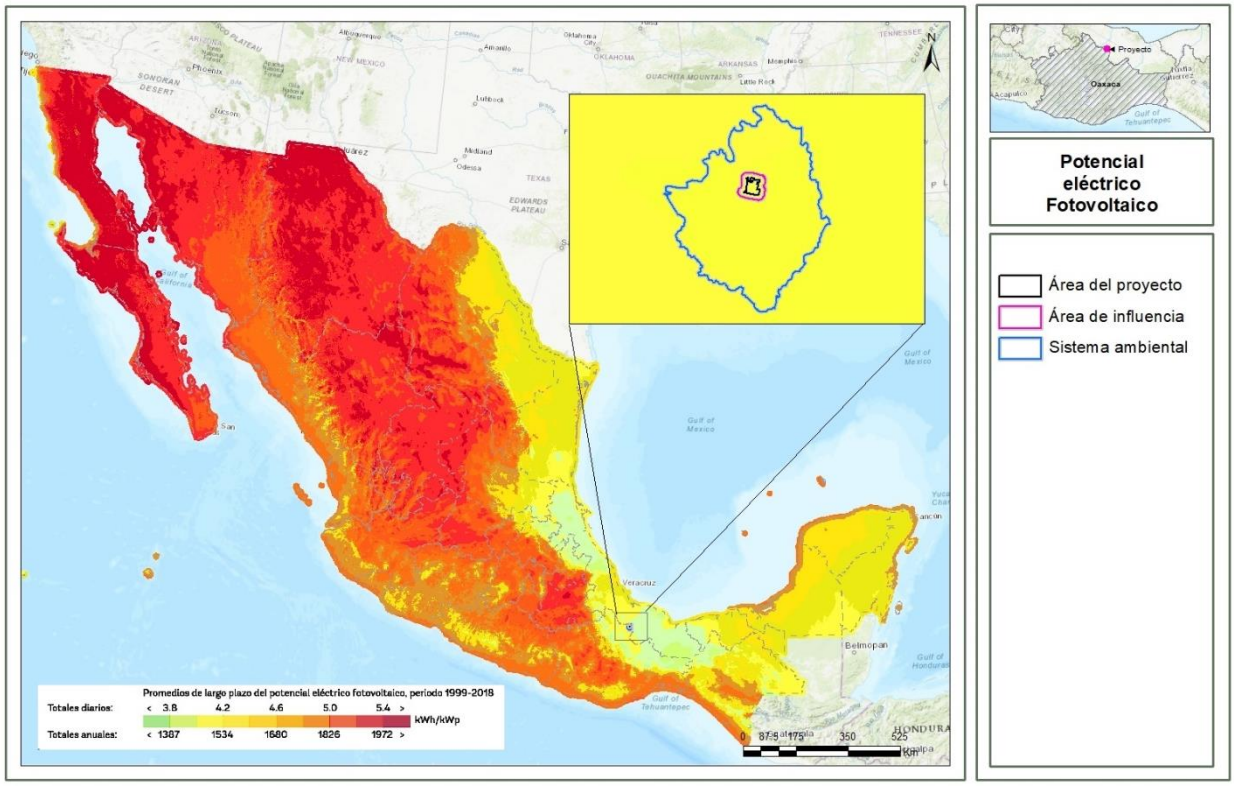
En el SAR, AI y AP, se tiene un potencial eléctrico solar fotovoltaico de 4.2 a 4.6 kWh. Esta estimación se hace a través de la configuración de la instalación FV considerada es de estructura independiente sobre el suelo con módulos de silicio cristalino montados en posición fija con la inclinación óptima para maximizar la producción energética anual. La inclinación optima comprende valores que van de 13° a 35° orientados hacia el ecuador.

El cálculo de la electricidad solar se basa en datos de recuso solar de alta resolución y software de modelado FV proporcionados por Solarig. El cálculo tiene en cuenta la radiación solar, la temperatura del aire y el terreno para simular la conversión energética y las pérdidas en los módulos FV y otros componentes de la planta FV. En la simulación, las perdidas debidas al polvo y la suciedad se estimaron en un 3.5%. El efecto acumulado de otras pérdidas en la conversión (auto-sombreado entre filas, desajuste, inversores, cables, transformador, etc) se considera un 7.5%.

La base de datos de recurso solar subyacente está calculada a partir de datos atmosféricos y satelitales con una granularidad de 15 y 30 minutos, y una resolución espacial nominal de 100 m.

Figura IV.9. Mapa de recurso solar Potencial Eléctrico Fotovoltaico durante el periodo 1999-2018. Fuente: SOLARGIS.

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



A. Fenómenos climatológicos.

En el **SAR** y en la ubicación del **AP** se presentan distintos grados de riesgo ante los fenómenos climáticos propios de esta zona, los más conspicuos son las sequias y las heladas las cuales condicionan comportamientos particulares de la fauna.

Considerando la información proporcionada por las fuentes oficiales, en el **AP**, **AI** y **SAR**, a continuación, se incluye los valores de lluvia, niebla, granizo y tormentas eléctricas.

Por su ubicación geográfica y con base en los registros del Servicio Meteorológico Mexicano (SMN), el grado de peligro por presencia de ciclones tropicales para el municipio de Loma Bonita es **Muy Bajo**. Viéndose afectado de manera indirecta por estos fenómenos.

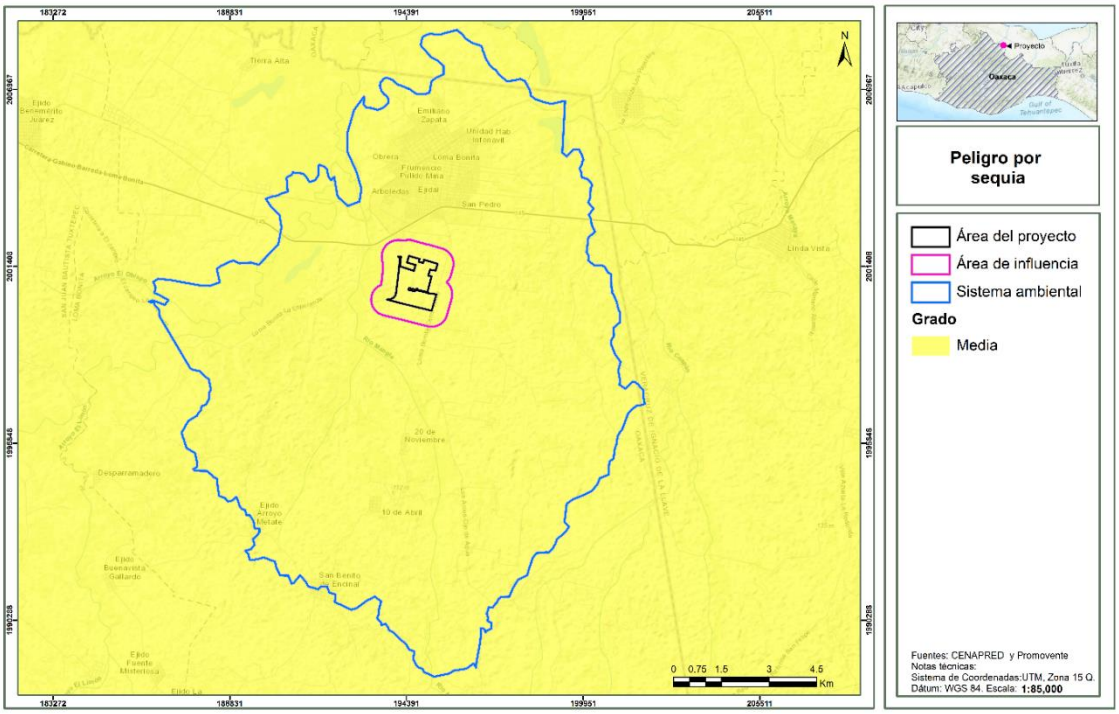
B. Sequias.

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.

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

Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como los cambios en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región. Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto por sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación. De acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos del **CENAPRED**, el **SAR**, **AI** y **AP** se encuentra en una zona con peligro **Medio** por sequía.

Figura IV.10. Nivel de peligro por sequía en el AP, AI y SAR.



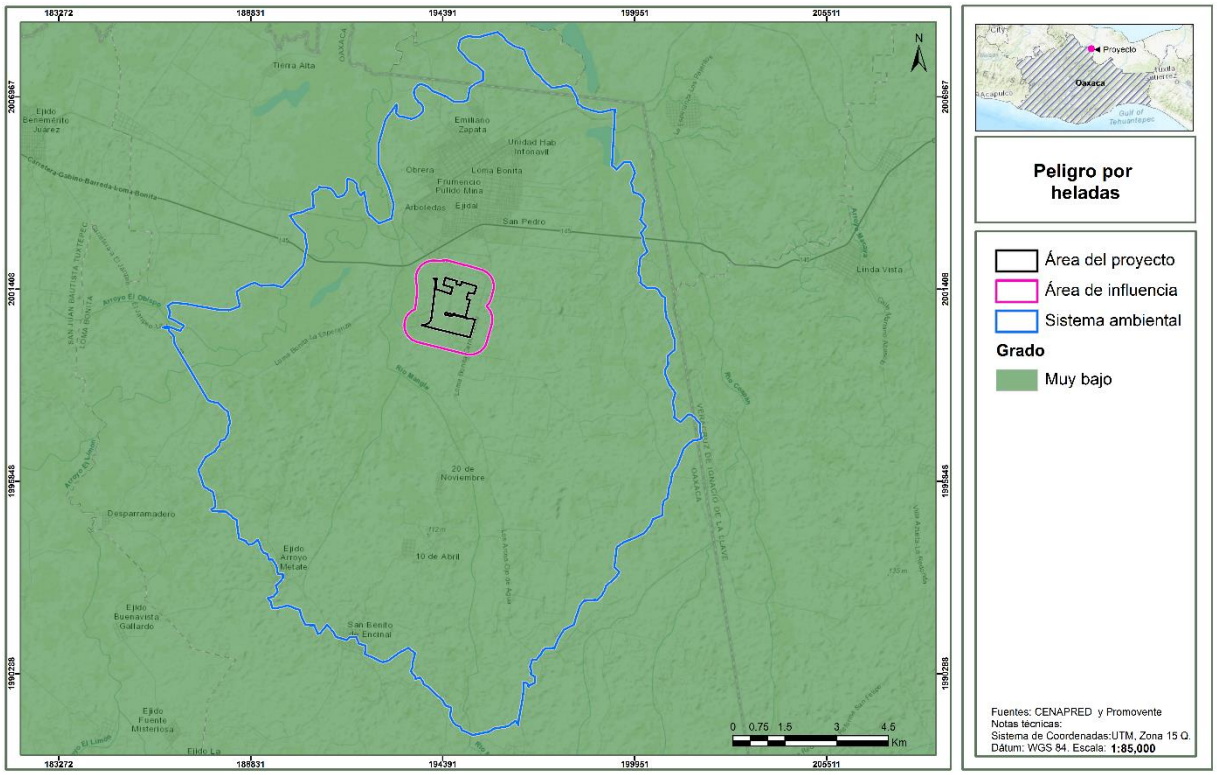
C. Heladas.

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno es < 0 °C durante un tiempo mayor a cuatro horas. Conforme al Atlas Nacional de Riesgos del **CENAPRED**, el **SAR, AI** y **AP** se encuentran en una zona que ha presentado un índice **Muy bajo** de peligro por ocurrencia de heladas.

Debido a la situación geográfica del municipio de Loma Bonita el fenómeno de Heladas no aplica, debido a que presenta un rango de temperatura media anual de 24. A 28°C además de una temperatura mínima promedio anual de 20°C.

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

Figura IV.11. Nivel de peligro por heladas en el AP, AI y SAR.

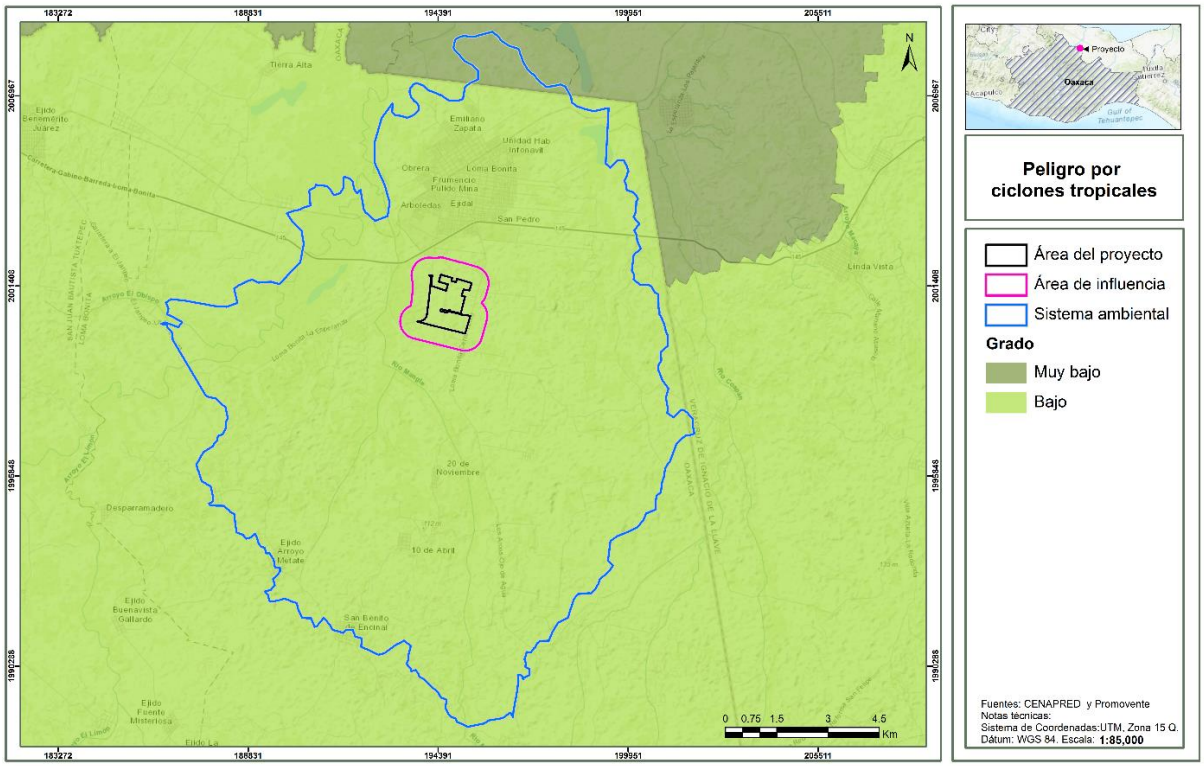


D. Ciclones tropicales.

El **CENAPRED** define los ciclones tropicales como masas de aire cálido y húmedo que se forman en el mar a temperaturas mayores a 26°C, con vientos fuertes que giran alrededor de una zona central en sentido contrario a las manecillas de reloj. De acuerdo con el **CENAPRED**, el peligro por ciclones en el **SAR, AI** y **AP** va de **Muy bajo a Bajo**.

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

Figura IV.12. Nivel de peligro por ciclones tropicales en el AP, AI y SAR.



E. Granizo.

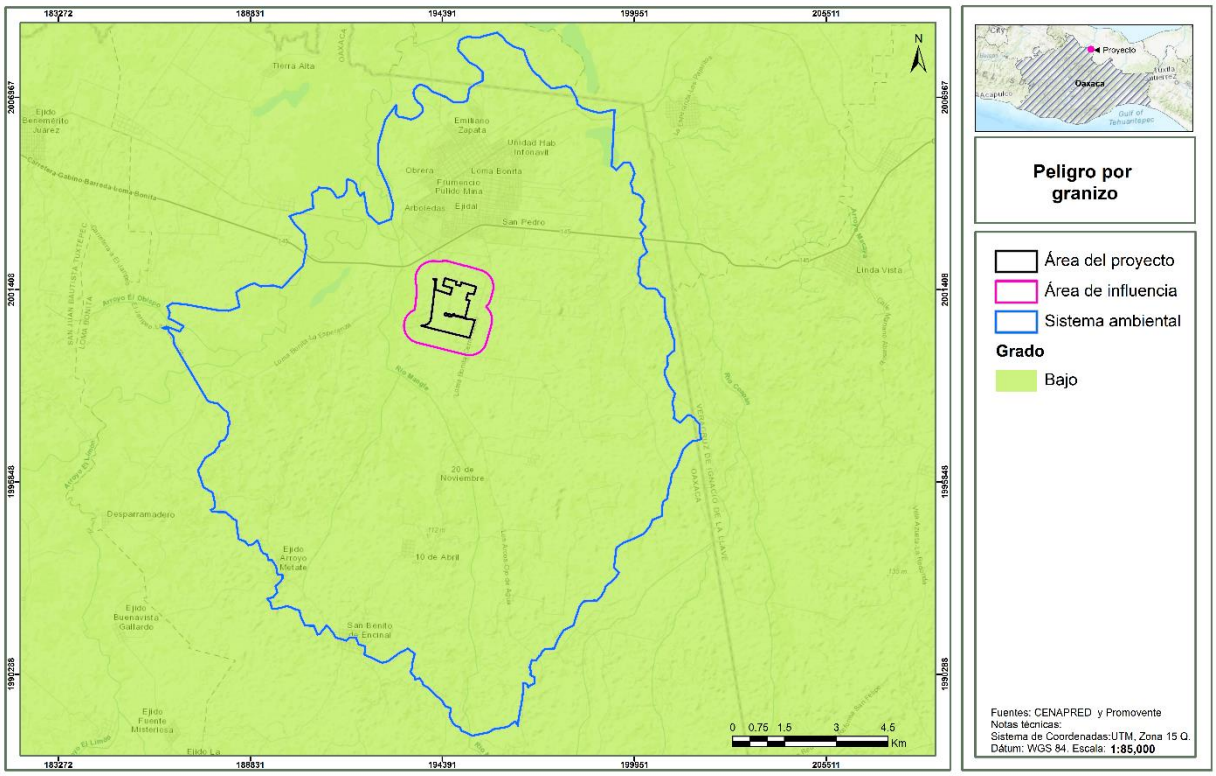
El Granizo es un tipo de precipitación que consiste en partículas irregulares de hielo. El granizo se produce en tormentas intensas en las que se producen gotas de agua sobre enfriadas, es decir, aún líquidas, pero a temperaturas por debajo de su punto normal de congelación (0°C), y ocurre tanto en verano como en invierno.

De acuerdo con los datos del **CENAPRED**, en la mayor parte del **SAR**, así como el área que corresponde al **AI** y **AP** se encuentran en una zona donde el nivel de peligro por granizo es **Bajo**; en toda la superficie que abarca el **SAR**.

.

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

Figura IV.13. Nivel de peligro por granizo en el AP, AI y SAR.



F. Inundaciones.

Las inundaciones son fenómenos hidrometeorológicos que, de acuerdo con el **CENAPRED**, consisten en el incremento del nivel de superficie libre de un cuerpo de agua (río, lago, mar, etc.) que ocasiona la invasión del agua en sitios usualmente secos. Las inundaciones se generan debido a la ocurrencia de eventos extraordinarios como tormentas, oleaje por huracanes o incluso por fallas en estructuras hidráulicas como presas. El **SAR, AI** y **AP** se encuentran en una zona con un nivel de peligro por inundaciones **Muy alto** (Figura IV.14).

Ahora bien, de acuerdo con información obtenida del Atlas de Riesgo Naturales del Municipio de Loma Bonita, Oaxaca, 2012; en el municipio de Loma Bonita la parte más afectada por inundaciones es el norte de la demarcación y por ende el norte del **SAR**, ya que es ahí donde el río Obispo desborda sus márgenes. El nivel de peligro alto se encuentra en toda la zona baja de la ribera del río Obispo, que corre por el norte del municipio y toma su nombre de la localidad que se encuentra al noreste del mismo.

No obstante, el **AP** y **AI** se encuentran en la zona sur del municipio, por lo que la zona de peligro por inundaciones se reduce, haciendo favorable la implementación del Proyecto que se propone.

En la Figura IV.15 se esquematiza la zona inundable al norte del municipio en una imagen satelital, obtenida del mismo Atlas y se sobre georreferencio sobre la cartografía del presente proyecto para evidenciar lo antes descrito.

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

Figura IV.14. Nivel de peligro por inundaciones en el AP, AI y SAR.

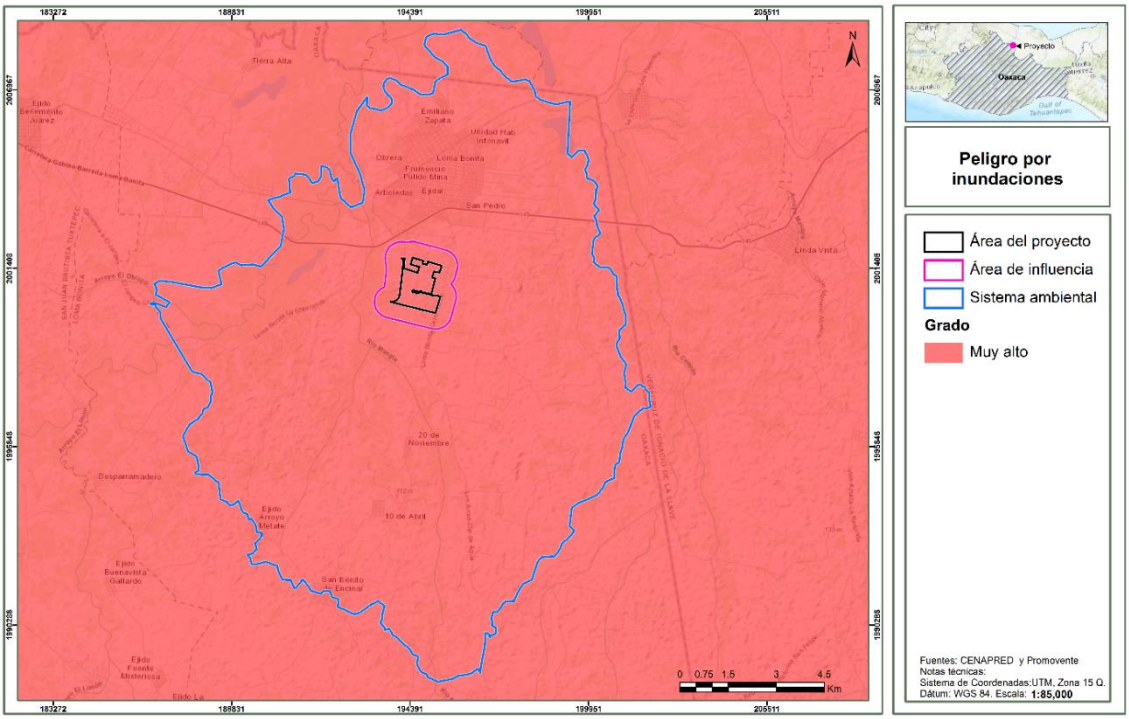
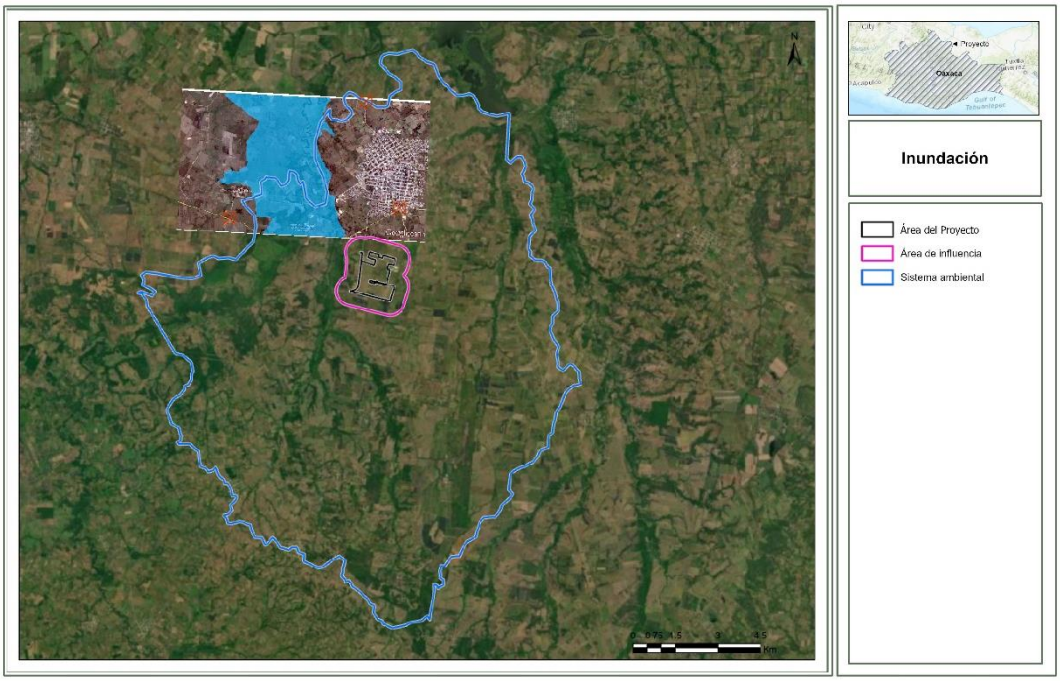


Figura IV.15. Zona baja de la ribera del río Obispo.



Fuente: elaboración propia a partir de imagen tomada del Atlas de Riesgos Naturales en el Municipio de Loma Bonita, Oax., 2012.

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

Peligro por inundaciones en el municipio

Las inundaciones ocurren por lluvias en determinada región (ver mapa de cuencas), ya que, aunque no llueva en el municipio de Loma Bonita, es posible que haya precipitaciones al oriente del municipio y escurran hacia éste, por desbordamiento de ríos, ascenso del nivel medio del mar, por la rotura de bordos, diques y presas. En este sentido, históricamente el municipio de Loma Bonita está expuesto a inundaciones, debido al desborde de ríos, así como inundaciones por efecto combinado de mareas (éstas pueden ‘alentar’ y elevar el nivel de base del Papaloapan afectando al municipio) y lluvias extraordinarias, lo que lo hace un municipio vulnerable ante estos eventos hidrometeorológicos, recientemente lo daños han impactado a la sociedad como a la infraestructura, lo que pone en peligro el bienestar de la población.

En Loma Bonita, las afectaciones por inundación se producen cada año en temporada de lluvias, principalmente en los meses de julio, agosto y septiembre con mayor afectación y en diciembre y enero en menor escala. Resultando afectadas las localidades de Santa Sofía Río Playa, Santa Sofía Monte Rosa, El Obispo, Zacatixpam, La Soledad y Mixtán debido a los causes intermitentes que atraviesan este municipio, aunado a los escurrimientos perennes superficiales. Por lo que se determina que el peligro de inundación en este municipio es alto, no obstante, hay zonas puntuales en las que particularmente se concentra la peligrosidad del fenómeno y se incrementa el nivel de daños al tener una alta vulnerabilidad en las viviendas y por ende un riesgo alto ante este fenómeno.

Las inundaciones en la localidad de Loma Bonita son muy frecuentes y se deben a dos causas generales, la cuales se presentan a lo largo de toda la localidad. La primera es el sistema de canales que se tiene en gran parte de la ciudad, el cual es un sistema que no cuenta con una planificación estructural y que se satura fácilmente debido a que están construidos debajo de viviendas y no cuentan con el espacio adecuado para captar el agua que se acumula. La saturación que se presenta en cada uno de los canales provoca que el agua se salga de su curso y provoque desde encharcamientos hasta inundaciones de más de un metro de nivel. La segunda causa es la falta de drenaje, en diversas calles de la localidad no existe este tipo de infraestructura, lo que provoca que el agua se estanque y se acumule por días o meses.

De acuerdo con información consultada en el Atlas de Riesgos Naturales en el Municipio de Loma Bonita, Oax., 2012, a continuación, se muestran las áreas propensas a inundación dentro del municipio, las áreas verdes indican un riesgo bajo, las amarillas un riesgo medio y las rojas un riesgo alto.

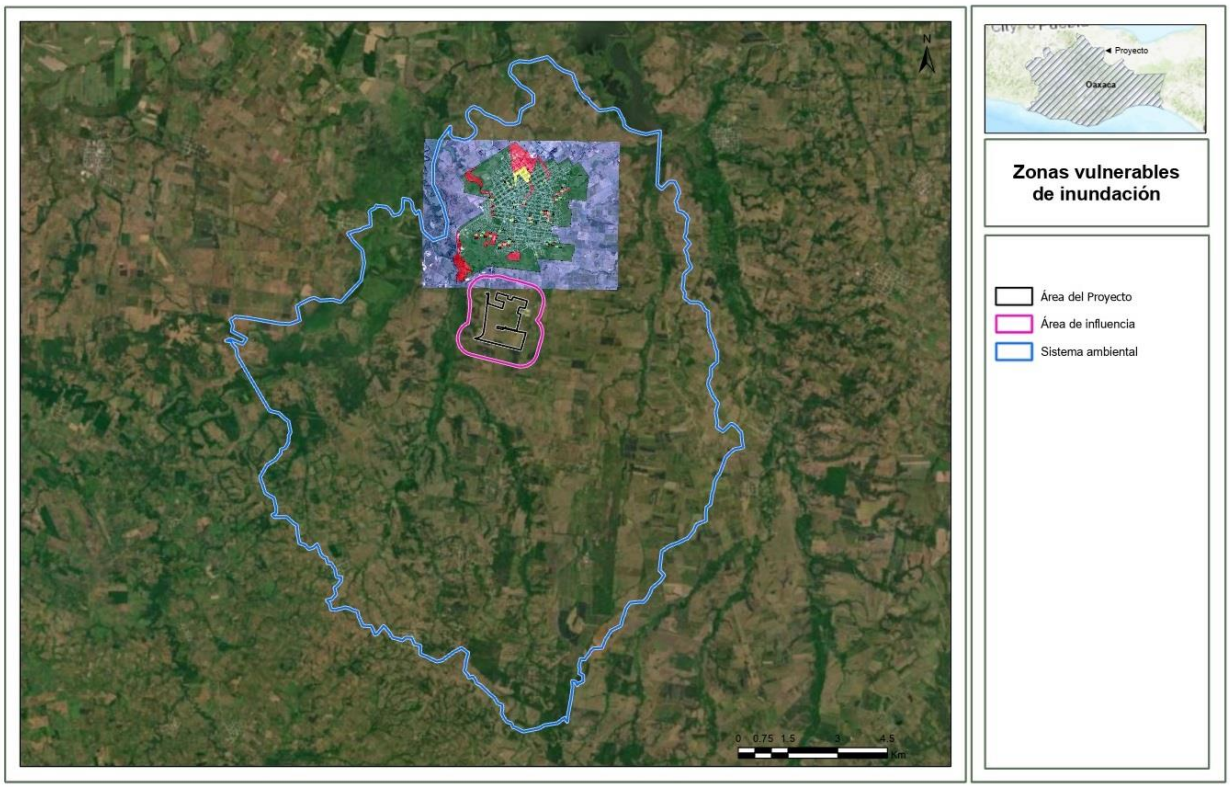
Todas las áreas verdes a pesar de presentar una vulnerabilidad alta, presentan un riesgo bajo, debido a que no tienen coincidencia con áreas propensas a inundaciones.

Las áreas amarillas presentan un nivel medio de vulnerabilidad y también un nivel medio en las áreas propensas a inundaciones. Las áreas rojas presentan un nivel alto de vulnerabilidad con niveles de áreas propensas a inundaciones altos y medios.

Si bien, el **AP** y **AI** se encuentran en zonas determinadas con vulnerabilidad alta a las inundaciones, estas tienen un riesgo bajo a inundarse, toda vez que no coinciden con áreas propensas a inundaciones, por lo que el desarrollo del Proyecto se considera viable.

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

Figura IV.16. Peligro por inundaciones.



Fuente: elaboración propia a partir de imagen tomada del Atlas de Riesgos Naturales en el Municipio de Loma Bonita, Oax., 2012.

G. Nortes.

Los fenómenos meteorológicos conocidos como "Nortes" tienen su mayor influencia a partir del mes de Octubre y terminan a fines de Marzo, pudiendo ser más húmedos o secos teniendo diferentes efectos; los húmedos prolongan la época de lluvias, beneficiando los cultivos de invierno, pero en ocasiones el exceso de agua causa daños a los cultivos. Los Nortes secos incrementan la evapotranspiración agravando la disponibilidad del agua, en una época crítica del año. Su clima tropical húmedo y seco, presenta sequía en la época de mayor inclinación de los rayos solares, con un periodo canicular en Agosto, caracterizándose las lluvias por su ritmo marcadamente estacional.

Ahora bien, debido a la ubicación geográfica del **SAR**, **AI** y **AP** y a la cercanía con la línea costera del Golfo, esta zona presenta influencia de huracanes, Nortes y Tormentas tropicales, por lo que el peligro ante este tipo de fenómenos se considera como medio.

IV.3.1.1 Análisis vinculatorio con el proyecto

Los tipos de clima o sus factores de temperatura, precipitación, vientos, presión atmosférica o fenómenos hidrometeorológico no se verán alterados por el desarrollo del Proyecto, dado que no existen impactos ambientales adversos que originen tazas de cambio o modificaciones a nivel de clima regional o microclima.

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

Por otro lado, el Proyecto ha sido desarrollado en su ingeniería considerando estas variables climáticas de manera que no constituyan factores que puedan alterar o poner en riesgo su construcción.

Por otro lado, el desarrollo de este Proyecto, contribuirá con la instalación de una planta de capacidad nominal de 67.00 MWac, una potencia instalada de 76.80 MWac y una potencia pico de 92.10 MWdc de energía solar fotovoltaica, aumentando a la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica renovable y contribuir a satisfacer la demanda del SEN.

Adicionalmente, el desarrollo del Proyecto contribuirá directamente en la disminución de gases de efecto invernadero. La energía solar fotovoltaica es una tecnología que presenta numerosos beneficios, ya que genera electricidad de forma limpia y se adapta a las necesidades actuales. Además, es recurso infinito: La fuente de energía de un módulo fotovoltaico es el sol, un recurso infinito que irradia de manera suficiente en todos los lugares del planeta (salvo los meses de oscuridad de los polos). Por lo tanto, es un recurso infinito que permite el acceso a fuentes de energía en prácticamente todo el planeta.

IV.3.2 Geomorfología.

Tradicionalmente, la geomorfología se ha ocupado de los estudios a escala media en los que se analizan los distintos eventos geomórficos que han configurado a través del tiempo, el relieve en la actualidad. Este relieve es el resultado de la interacción de fuerzas endógenas y exógenas. La primera actúa como creadores de las grandes elevaciones y depresiones, originadas fundamentalmente por movimientos de mecanismos verticales, y el segundo, como desencadenantes de una continua denudación que tiende a rebajar el relieve originado, estos procesos dinámicos externos se agrupan en la cadena de meteorización-erosión, transporte y sedimentación.

El territorio mexicano se caracteriza por una gran variedad de formas de relieve, esta diversidad topográfica desempeña un papel esencial en las actividades económicas y sociales del país, puesto que influye en las características climáticas, en los rasgos geológicos y edafológicos; y en el desarrollo de la vida silvestre, que a su vez repercute en los dinamismos agrícolas, ganaderos, forestales, industriales y en los asentamientos humanos.

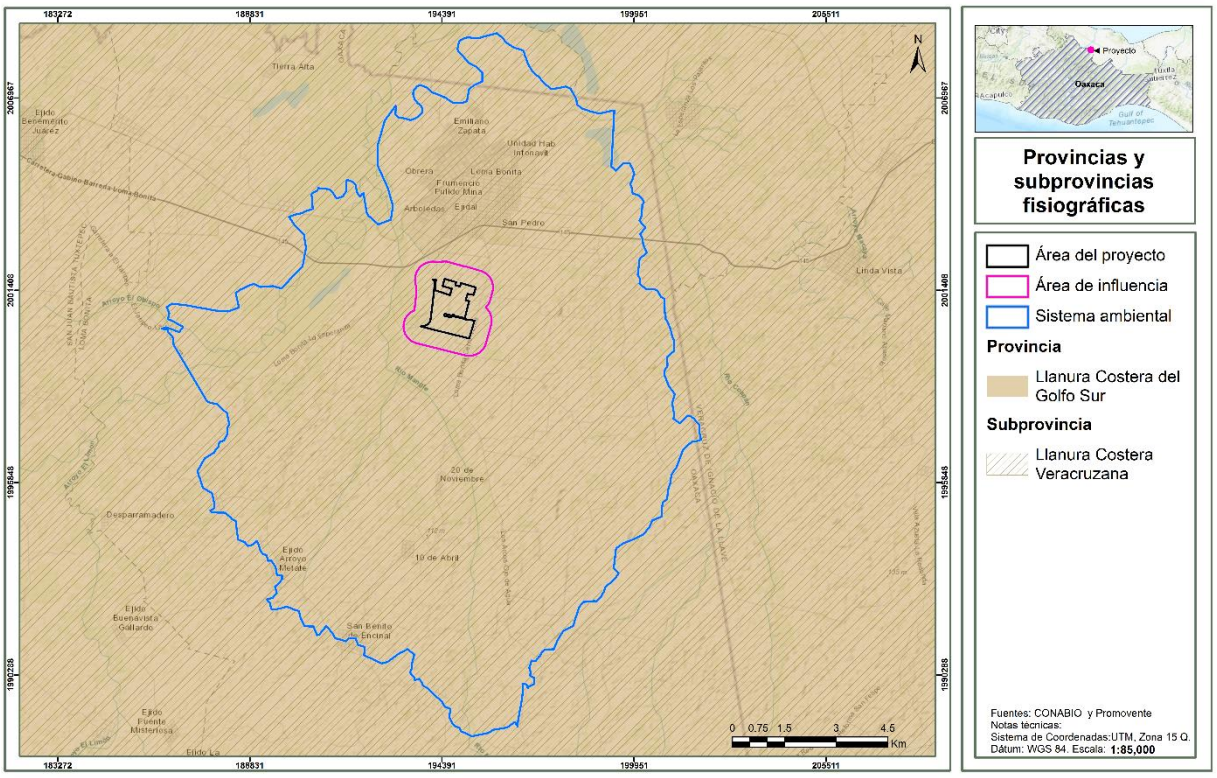
Para el desarrollo social y económico de una nación, es necesario la clasificación de su topografía (relieve), es uno de los pasos de inicio para definir y delimitar sus unidades sintéticas naturales o de gestión ambiental indispensables para el establecimiento de modelos de ordenamientos ecológicos. En México las unidades de mayor relieve definidas por distintos autores llevan el nombre de provincias fisiográficas. De acuerdo con la clasificación fisiográfica del INEGI (2001), en el territorio nacional tiene 15 provincias fisiográficas.

El **SAR** (y por ende **AI** y **AP**) se encuentra comprendido al 100% en la provincia Llanura Costera del Golfo Sur, misma que está limitada al poniente por el Sistema Volcánico Transversal, al sur por la Sierra Madre del Sur y al oriente por la península de Yucatán. Su anchura promedio varía entre 125 y 150 km. Esta provincia, que ocupa casi la mitad del territorio veracruzano, es, a diferencia de la del Golfo Norte, una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país (incluyendo el Papaloapan, el Coatzacoalcos, el Grijalva y el Usumacinta), que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. La mayor parte de su superficie, a excepción de la discontinuidad fisiográfica de Los Tuxtlas y algunos lomeríos bajos, está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial. Esta llanura abarca la parte media y sur de Veracruz, el norte de Oaxaca, Tabasco y parte de Chiapas y Campeche.

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

El territorio municipal se ubica al 100% en la Subprovincia Llanura Costera Veracruzana, perteneciente a la Provincia Llanura Costera del Golfo Sur, cuenta con gran cantidad de material aluvial por parte de los ríos que la atraviesan y sus características topográficas, al encontrarse muy próxima al nivel del mar y cubierta con material de transportación, incrementa el riesgo de inundación al azolvarse los cauces de los ríos, particularmente por su ubicación en la cuenca baja del Río Papaloapan.

Figura IV.17. Provincias y subprovincias fisiográficas que inciden en el AP, AI y SAR.



Topoformas

La región cuenta con una superficie donde predominan las llanuras, que son inundables hacia la costa y están interrumpidas al oeste por lomeríos muy tendidos.

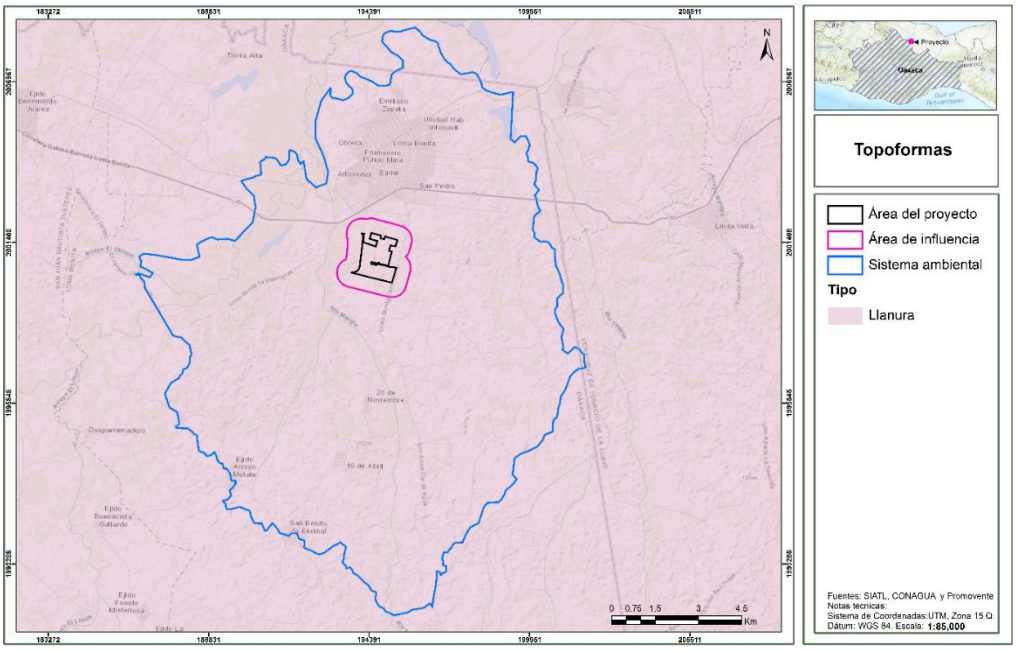
Dentro de estas subprovincias se han distinguido cuatro sistemas de topoformas en el **SAR**; siendo que, en la mayor parte del **SAR, AI** y **AP** la unidad geomorfológica que se identifica es la de llanura.

Tabla IV.2. Principales rasgos geomorfológicos.

Rasgo	Descripción
Llanura	Superficies relativamente planas con pocas variaciones en sus alturas, además de tener contacto con medios sedimentarios que incorporan materiales en su superficie.

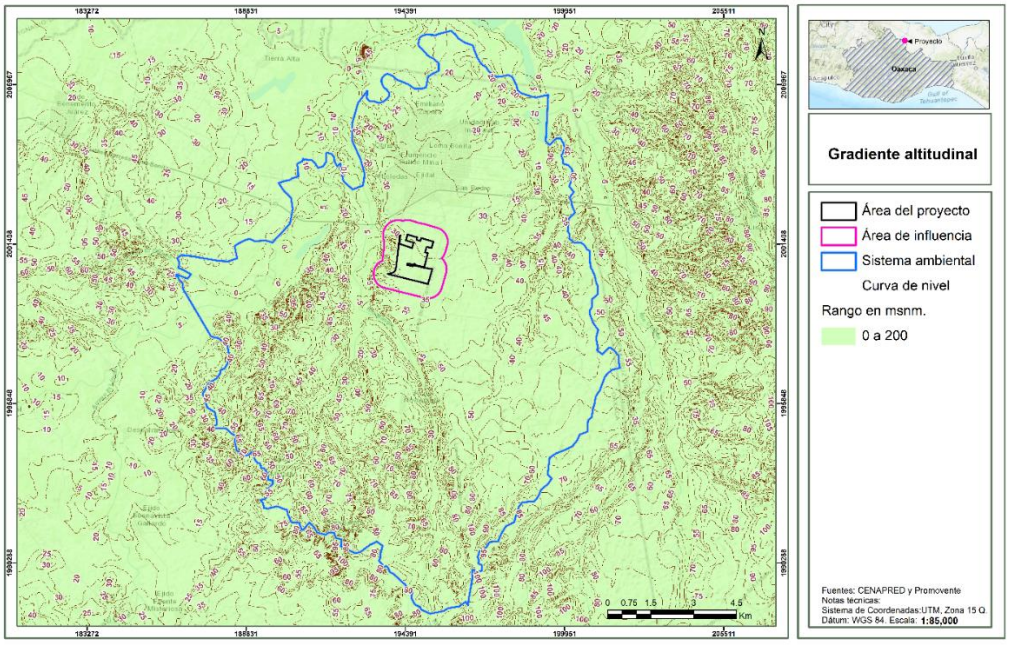
[redacted]
Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Figura IV.18. Sistema de topoformas que inciden en el AP, AI y SAR.



En concordancia con lo anterior, se observa en la siguiente figura, que el **SAR, AI** y **AP** se ubican en una zona cuya altitud se encuentra en un rango de los 0 a los 200 msnm al norte del **SAR**.

Figura IV.19. Rango altitudinal del AP, AI y SAR.



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

A. Geología.

Los procesos geológicos hacen referencia al origen y estructura geológica regional. El arreglo de las rocas, su grado de evolución, así como su interrelación con los factores externos geográficos determinan las formas actuales del relieve.

Con respecto a las unidades geológicas que afloran en el **SAR** se tiene rocas de la Era Cenozoico, del terciario y cuaternario mismas que se describen a continuación:

Conglomerado Tm (cg): Un conglomerado es una roca sedimentaria de tipo detrítico formada por cantos redondeados de otras rocas unidos por un cemento. Se distingue de las brechas en que éstas consisten en fragmentos angulares. Ambas se caracterizan porque sus fragmentos constitutivos son mayores que los de la arena (>2 mm). Esta es la unidad geológica predominante en el municipio ya que abarca la parte centro y norte del municipio, se trata de un conglomerado de la Era del Cenozoico sistema Terciario serie Mioceno, de origen continental que se encuentra en estratos gruesos y masivos, cuyos constituyentes se presentan generalmente bien redondeados, compuestos de cuarzo, feldespatos, areniscas, calizas y rocas metamórficas, cuyos diámetros frecuentemente llegan a medir 10 cm, englobados en una matriz arenosa y pobremente sementada por carbonatos y óxidos.

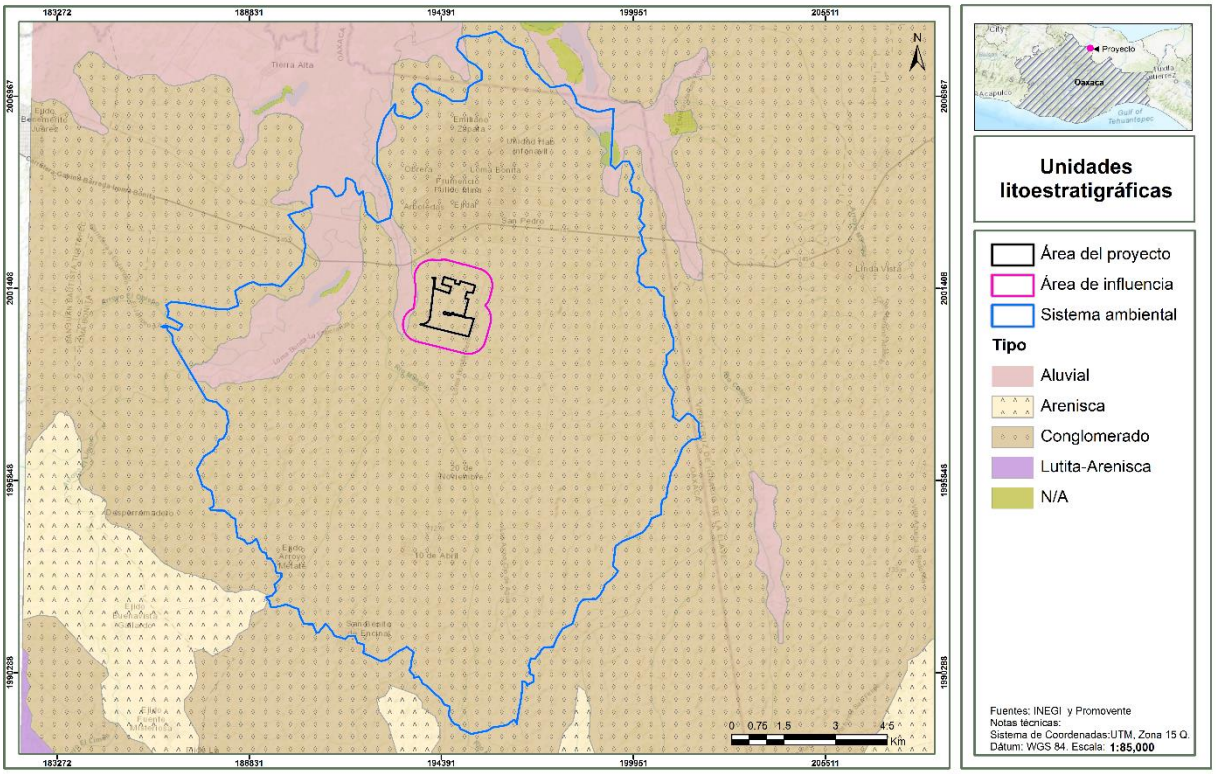
Areniscas Tm (ar). Las areniscas son rocas sedimentarias cuyos granos poseen un diámetro inferior a 2 mm. Se trata de arenas cementadas en una matriz que, aunque puede ser de naturaleza muy variada, es generalmente silícea. La permeabilidad de estas rocas depende del número y tamaño de los poros que se intercomunican. Esta unidad se presenta en la parte sur y en una pequeña porción de la parte oeste del municipio, pertenece a la Era del Cenozoico Sistema Terciario Serie Mioceno y se caracteriza por tratarse de areniscas marinas de grano frio y media depositada en un ambiente pasiblemente nerítico.

Suelo Aluvial (Qs): Suelos de la Era del Cenozoico Sistema Cuaternario que se ubican en una pequeña porción de la parte norte del municipio. Son suelos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. Principalmente son aluviones estratificados de textura variable. Son suelos recientes o de reciente deposición y carecen de modificaciones de los agentes externos (agua, clima, etc.). Se ubican en áreas ligeramente inclinadas o casi a nivel en las planicies costeras y valles interiores en donde el manto freático está cerca de la superficie y el drenaje por lo general es pobre. Son suelos de alta productividad permitiendo agricultura intensiva y mecanizada, aptos para toda clase de cultivos. Es factible el uso de riego.

Lutita- arenisca Tpal (lu- ar). Alternancia de lutitas y areniscas, en la cual, la mayor parte de la secuencia se depositó en un ambiente nerítico, esta una geológica se presenta en la parte sur y en una pequeña porción de la zona oeste del municipio data de la Era del Cenozoico Sistema Terciario Serie Paleoceno. Las areniscas son de grano fino a medio, compuesto principalmente de cuarzo y líticos, con cementante calcáreo de color gris y café, tomándose ocre al intemperismo. En estratos con espesores variables, generalmente gruesos. Las lutitas son de color gris verdoso y al intemperismo adquiere una tonalidad amarilla ocre, interestratificada en capas delgadas y laminares.

Figura IV.20. Unidades litoestratigráficas que inciden en el AP, AI y SAR.

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



Como se puede observar en la siguiente tabla, el 92.49 % del **SAR** se encuentra cubierto por roca de tipo conglomerado, el 7.26 % de la superficie del **SAR** corresponde a roca de tipo aluvial y solo el 0.25% pertenece a cuerpo de agua.

Para el **AI**, el tipo de roca que ocupa una mayor superficie es la de tipo conglomerado con el 98.87% del total de la superficie, el resto, es decir, el 1.13% corresponde a roca de tipo aluvial. Finalmente, el **AP** se encuentra en su totalidad sobre roca de tipo conglomerado.

Tabla IV.3. Geología del SAR, AI y AP.

Entidad	Era	Clase	Serie	Tipo	Sistema	Clave	SAR (Ha)	%	AI (Ha)	%	AP (Ha)	%
Cuerpo de agua perenne	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	H2O	44.49	0.25	-	-	-	-
Suelo	Cenozoico	N/A	N/A	Aluvial	Cuaternario	Q(al)	1,309.13	7.26	6.18	1.13	-	-
Unidad cronoestratigráfica	Cenozoico	Sedimentaria	Mioceno	Conglomerado	Neógeno	Tm(cg)	16,681.59	92.49	541.80	98.87	153.014	100
						Total	**18,035.22**	**100**	**547.99**	**100**	**153.014**	**100**

B. Fallas y fracturas.

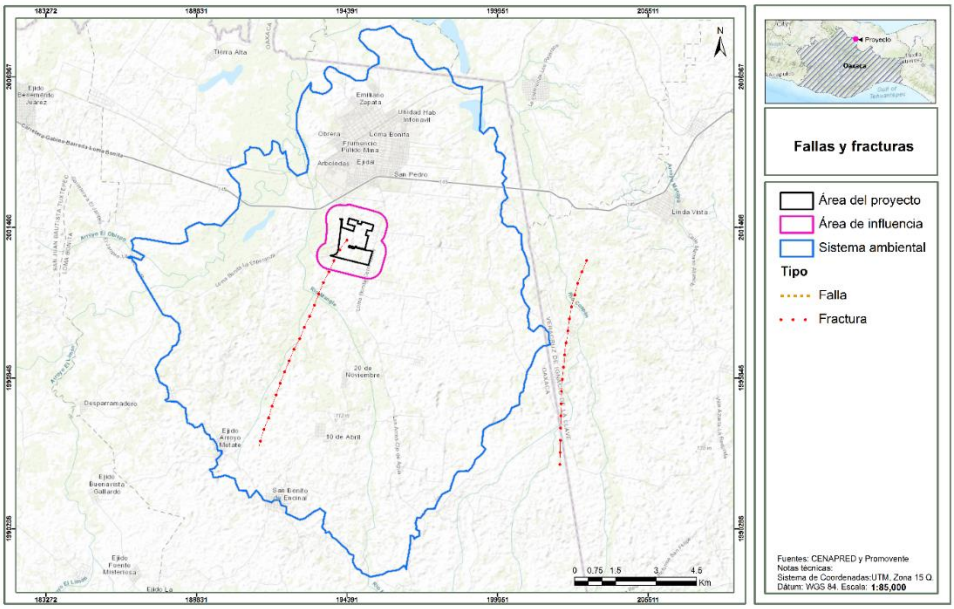
De acuerdo con la Guía para la interpretación de cartografía geológica, INEGI,2005; una **fractura** es una ruptura de la corteza en la que no ha habido desplazamiento entre los bloques. Mientras que una **falla** es la ruptura de la corteza en donde sí ha habido desplazamiento entre los bloques.

Partiendo de lo anterior, y en base a la información del Atlas Nacional de Riesgo de la **CENAPRED**, en el área que ocupa el **SAR** cruza una fractura, la cual incide con en el **AP** de norte a sur, la cual presenta una extensión aproximada de 8.32 km, información que se corrobora con el reporte de fallas y fracturas del

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

INEGI; no obstante, esta característica no se verá influenciada por la operación del **Proyecto**, de hecho no se prevé que alguno de los proyectos presentes o de futuro establecimiento en el **SAR** pueda incidir de manera negativa incrementando la dimensión de este proceso geológico.

Figura IV.21. Fallas y fracturas que inciden en el AP, AI y SAR.



C. Regionalización sísmica.

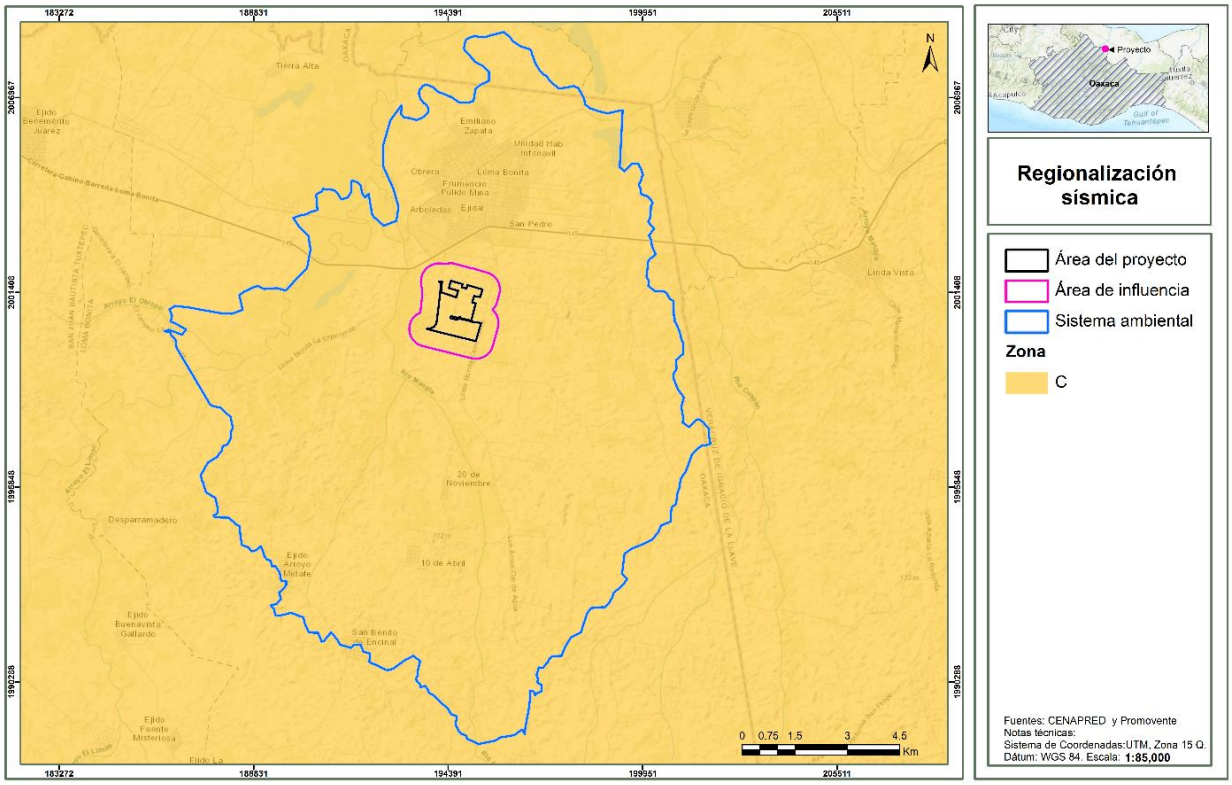
La regionalización sísmica de México es la caracterización de las cuatro zonas sísmicas del país, la cual se realizó con base en los registros históricos de grandes sismos, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud.

- Zona A, de baja sismicidad. No presenta registros históricos por lo que no se han reportado sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años. Aceleración menor al 10%.
- Zona B, de media intensidad. Es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de gravedad.
- Zona D. Ha registrado con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de gravedad.

De acuerdo con el mapa de regionalización sísmica de México, el **SAR**, **AI** y **AP,** se localizan dentro de la zona C, es decir, en esta zona hay más actividad que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de gravedad.

Figura IV.22. Ubicación del AP, AI y SAR en la Regionalización sísmica de México.

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



D. Intensidad sísmica.

La intensidad sísmica se refiere al grado de afectación que la ocurrencia de un sismo puede tener sobre la infraestructura y las actividades humanas. Se mide a través de la escala modificada de Mercalli (Servicio Sismológico Nacional, s.f.) que se explica en la siguiente Tabla.

Tabla IV.4. Escala de Mercalli.

Intensidad	Efectos
I	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III	Sentido muy claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como el paso de un camión. Duración apreciable.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libe por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, ventanas y puertas agitados; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
VIII	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta el colapso parcial; grande, en estructuras de construcción pobre. Los muros de

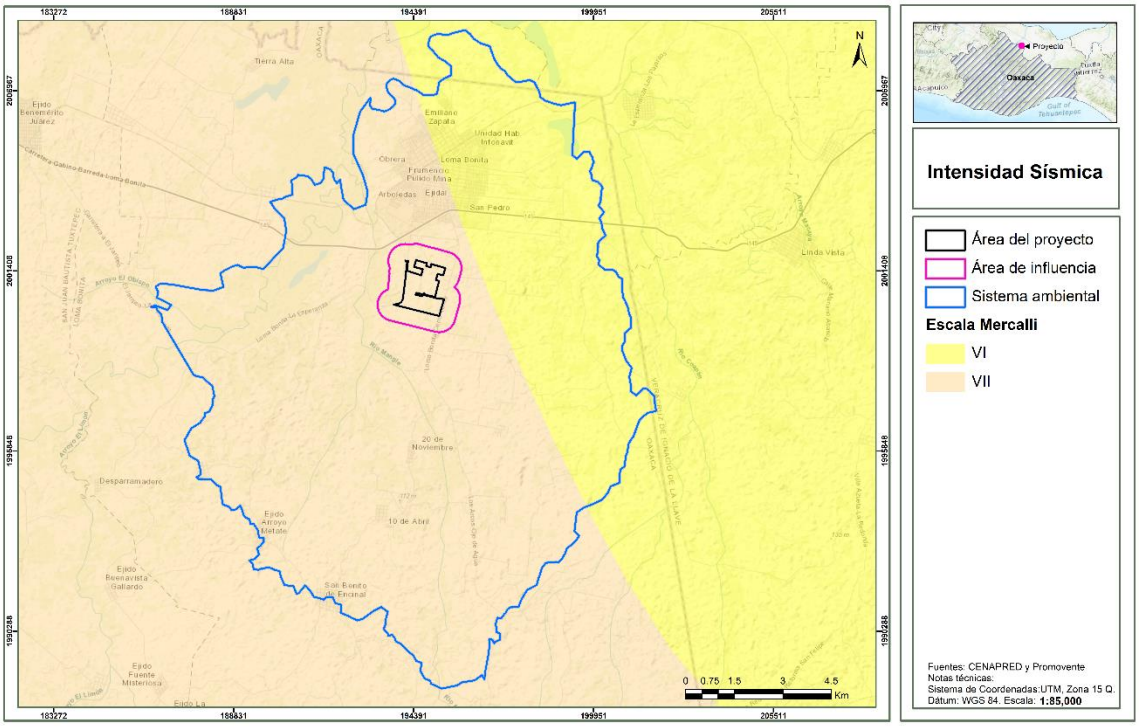
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Intensidad	Efectos
	relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Expulsión de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios sólidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunas estructuras bien construidas en madera se destruyen; la mayoría de las estructuras de mampostería y marcos destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado
XI	Pocas o ninguna obra de albañilería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

La intensidad de un sismo en un lugar determinado se evalúa mediante la Escala Modificada de Mercalli y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en el terreno. De acuerdo con el mapa global de intensidad que representa la actividad sísmica en el país, la totalidad del **AI** y **AP** se encuentran en áreas con una intensidad sísmica VII, mientras que, el **SAR** se ubica entre las intensidades VI y VII, siendo esta última la de mayor proporción de ocupación.

Figura IV.23. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la intensidad sísmica de México (Escala de Mercalli).



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

E. Deslizamientos, derrumbes o movimientos de tierras.

La superficie terrestre tiene una dinámica constante e intrínseca, consecuencia de la interacción endógena y exógena que modifica sus formas y sus condiciones. La evolución de las laderas ha sido afectada por procesos de remoción en masa y es evidencia de dicha dinámica (Alcántara y Murillo, 2007).

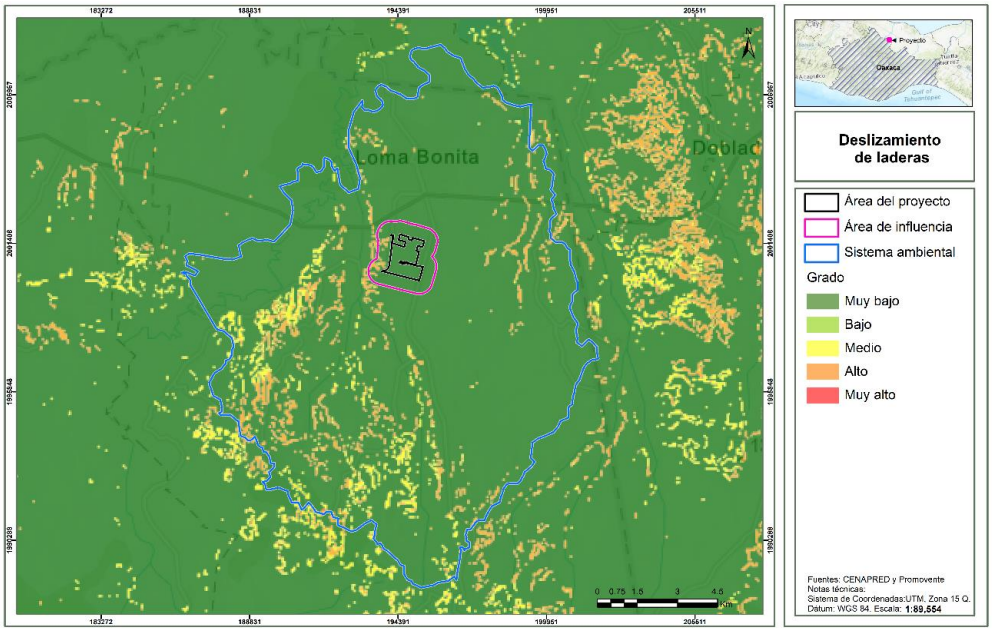
Muchos de los taludes naturales se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos y los colapsos se pueden iniciar con facilidad. Los temblores intensos junto con los procesos de erosión son causas comunes que pueden actuar en diversas formas. Probablemente el factor más importante de todos los que pueden provocar un problema de inestabilidad de laderas naturales, sea el cambio en las condiciones de contenido de agua del subsuelo.

Esto puede ser generado por interferencia con las condiciones naturales de drenaje, evaporación excesiva de suelos que normalmente están húmedos o un incremento en el agua del subsuelo producido por lluvias excesivas.

Este último quizá sea el modo más común de afectar las condiciones del agua subterránea y es especialmente grave, porque las lluvias excesivas también incrementarán los escurrimientos superficiales que pueden provocar una erosión del material al pie de un talud e intensificar de este modo las tendencias al deslizamiento.

Según la información del **CENAPRED** (2012) en el mapa de riesgos por deslizamiento de laderas en México, el **SAR**, **AI**, así como la totalidad del **AP** pertenecen a una región cuyo peligro por deslizamiento es Muy Bajo; aunque hay una porción hacia el oeste del **SAR** donde el rango va de Muy Bajo a Alto, en puntos específicos y de igual forma en lado oeste del **AI**, se presenta un grado alto de deslizamiento.

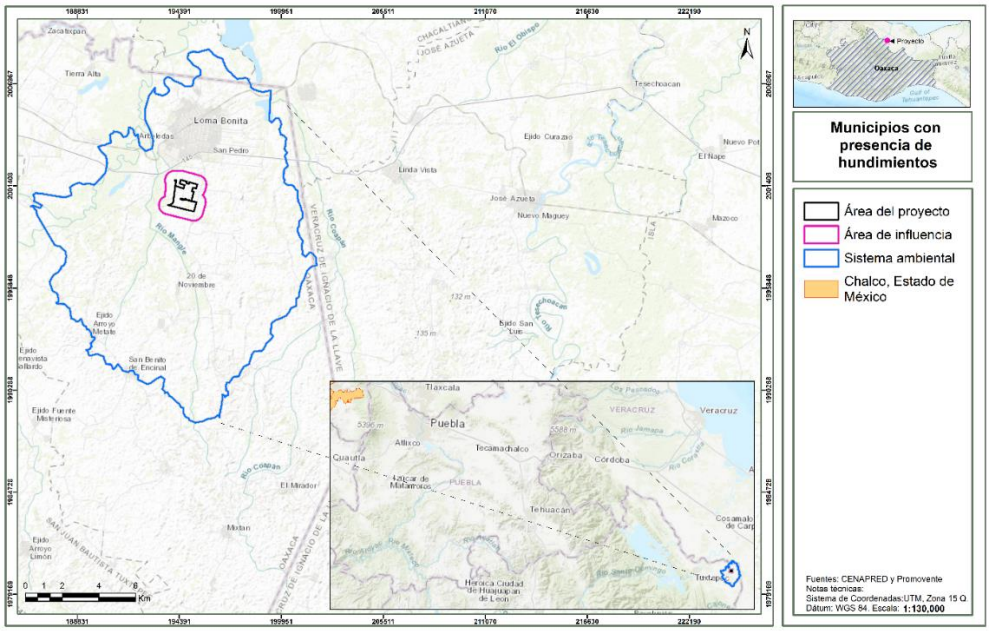
Figura IV.24. Nivel de peligro por deslizamientos de laderas en el AP, AI y SAR.



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

El CENAPRED también cuenta con la ubicación de los municipios susceptibles a hundimientos. De acuerdo con estos datos, el **SAR**, **AP** y **AI** no se localizan en un área con potencial hundimiento, el más cercano se encuentra a 317.03 km en el estado de México.

Figura IV.25. Nivel de peligro por hundimientos en el AP, AI y SAR.



F. Volcanes activos.

De acuerdo con la información del Atlas Nacional de Riesgo de la **CENAPRED** e información del **INEGI** dentro de **SAR** no se encuentra ningún volcán activo.

IV.3.2.1 Análisis vinculatorio con el Proyecto.

Se señala que los factores de geología, fisiografía o relieve no se verán afectados por la implementación del Proyecto, excepto por la nivelación del terreno para desplantar las instalaciones, sin embargo, la modificación será mínima dado que el predio se ubica en un terreno prácticamente plano, en un rango altitudinal entre 0 a 200 msnm.

Por otro lado, se señala que como parte del **Proyecto** se realizarán los estudios de mecánica de suelos que deberán proporcionar todas las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo tales como su capacidad de carga, predicción de asentamientos, recomendaciones para los tipos de cimentaciones y sus desplantes, propiedades dinámicas, período de vibración, perfil geofísico y espectro sísmico específico del sitio, para ser considerados en el diseño de las estructuras y sus cimentaciones y así se tengan construcciones óptimas y seguras.

Así mismo, como se describió en el presente capítulo, dentro del **AP** y **AI** se tiene una fractura en dirección norte-sur de aproximadamente 8.32 km, sin embargo, no se considera que esta pueda generar peligro o comprometer el desarrollo del **Proyecto**.

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

IV.3.3 Suelo.

La edafología (de edafos, “suelos”) es la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre. A esta materia madre se agregan el agua, los gases, sobre todo dióxido de carbono, el tiempo transcurrido, los animales y las plantas que descomponen y transforman el humus, dando por resultado una compleja mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, el suelo alcanza su estado de madurez cuando presenta una profundidad y una secuencia de capas llamadas horizontes.

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, sin embargo, para el presente **Proyecto** se utilizó la cartografía de **INEGI**, escala 1:250,000, a partir de la cual se obtuvo que, los suelos predominantes en el **SAR**, **AI** y **AP,** se encuentran seis tipos de suelo los cuales se describe a continuación:

Cambisoles El término Cambisol deriva del vocablo latino cambiare que significa “cambiar”, haciendo alusión al principio de diferenciación de horizontes manifestado por cambios en el color, la estructura o el lavado de carbonatos, entre otros. Los Cambisoles ocupan la parte norte del municipio. Se localizan en lomeríos de pendientes suaves, sierras de laderas tendidas y algunas zonas de llanuras inundables, donde los climas son templados, semicálidos y cálidos, húmedos y subhúmedos, que propician el crecimiento de una variada gama de asociaciones vegetales.

Estos suelos se formaron a partir de calizas, conglomerados, rocas ígneas y aluviones. Están constituidos por un horizonte A ócrico de color pardo amarillento, pardo rojizo, o gris oscuro, con textura de arena migajosa a migajón arcilloso, el cual descansa sobre un horizonte B cámbico cuyo color es pardo pálido, pardo rojizo oscuro o gris muy oscuro, en tanto que su textura varia de migajón arenoso a arcillo-arenoso.

Los cambisoles son de tres tipos, éutricos, gléycos y ferrálicos; los éutricos son de ligera a moderadamente ácidos, con capacidad media de intercambio catiónico y contenidos medios de calcio y magnesio y bajos de potasio. Tales características les confieren buena fertilidad. Los gléycos y ferrálicos, en cambio, son ácidos (con pH hasta de 4.0), con baja capacidad de intercambio catiónico y pobres en nutrientes, debido a lo cual sus rendimientos en las actividades agrícolas son poco considerables. Para su uso en dicha actividad es conveniente agregarles cal, con el fin de aumentar el pH, y fertilizantes. Se hallan asociados a Vertisoles y Fluvisoles.

Vertisoles. Los vertisoles se presentan principalmente en la parte este del municipio. El término vertisol deriva del vocablo latino vertere que significa “verter” o “revolver”, haciendo alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables. El material original lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen. Se encuentran en depresiones de áreas llanas o suavemente onduladas.

El perfil es de tipo ABC. La alternancia entre el hinchamiento y la contracción de las arcillas, genera profundas grietas en la estación seca y la formación de superficies de presión y agregados estructurales en forma de cuña en los horizontes subsuperficiales. Los Vertisoles se vuelven muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda. El labrado es muy difícil excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. Con un buen manejo, son suelos muy productivos.

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

Luvisoles. El término Luvisol deriva del vocablo latino luere que significa “lavar”, haciendo alusión al lavado de arcilla de los horizontes superiores para acumularse en una zona más profunda. Los Luvisoles se presentan en la parte oeste y noroeste del municipio, se formaron en sierras, lomeríos y llanuras a partir de lutitas, calizas areniscas y rocas ígneas básicas. En ellos el horizonte A ócrico es de color pardo rojizo o gris oscuro, muy delgado y con alto contenido de materia orgánica, aportada por las selvas mediana y alta.

Su textura varía de migajón arenoso a arcillosa y el pH, de moderadamente ácido a ligeramente alcalino. Sus partículas forman una estructura de bloques subangulares de tamaño fino a grueso. El horizonte B argílico tiene textura arcillosa, color pardo rojizo y pH medianamente ácido. Su capacidad para retener nutrientes y cederlos a las plantas es moderada, la saturación con calcio y magnesio que presenta va de media a alta, el potasio se encuentra en cantidades bajas.

Feozems. El término Feozem deriva del vocablo griego phaios, que significa “oscuro”, y del ruso zemlja, que significa “tierra”, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido de materia orgánica. Se presenta en la parte norte del municipio. El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados; destacan los depósitos glaciares y el loess con predominio de los de carácter básico. Se asocian a regiones con un clima suficientemente húmedo para que exista lavado, pero con una estación seca; el clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales.

El perfil es de tipo AhBC el horizonte superficial suele ser menos oscuro y más delgado que en los Chernozem. El horizonte B puede ser de tipo Cámbico o Árgico. Los Feozems vírgenes soportan una vegetación de matorral o bosque, si bien son muy pocos. Son suelos fértiles y soportan una gran variedad de cultivos de secano y regadío, así como pastizales. Sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión.

Regosoles. El término Regosol deriva del vocablo griego rhegos que significa “sábana”, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Estos suelos están presentes en la parte Noroeste del municipio. Constituyen la etapa inicial de formación de otros suelos, sin embargo, en la fase de desarrollo que muestran tienen características que permiten identificarlos como unidad. Son muy parecidos al material del que se derivan (calizas, lutitas areniscas y depósitos aluviales). El horizonte A que los integra descansa sobre la roca, o bien en una capa mineral u horizonte C que tiene variaciones poco significativas con respecto al primero, la más notable es la tonalidad clara.

Son de color pardo, grisáceo amarillento; de textura arenosa en la costa y arcillosa en los originarios de lutitas y calizas. El pH es ligeramente ácido en los eútricos y moderadamente alcalino en los calcáricos. La capacidad de intercambio catiónico es de baja a media y la saturación de bases es alta, con cantidades de medias a altas de calcio, de bajas a moderadas de magnesio y bajas de potasio. Su fertilidad es media y conforme se intemperizan las partículas de mayor tamaño, quedan a disposición de las plantas diversos minerales.

Ahora bien, como se puede observar en la siguiente tabla, el suelo con mayor cobertura dentro del **SAR** es el Cambisol de textura gruesa pues ocupa el 41.08% de la superficie total, seguido del Luvisol de textura media, con el 33.64%, teniendo que en menor proporción se encuentran los suelos Vertisol de textura fina en un 19.95%, el Phaeozem de textura gruesa con 0.66%, el Acrisol con un 0.61%, Regosol con 0.35% y el Luvisol de textura fina con un 0.29%.

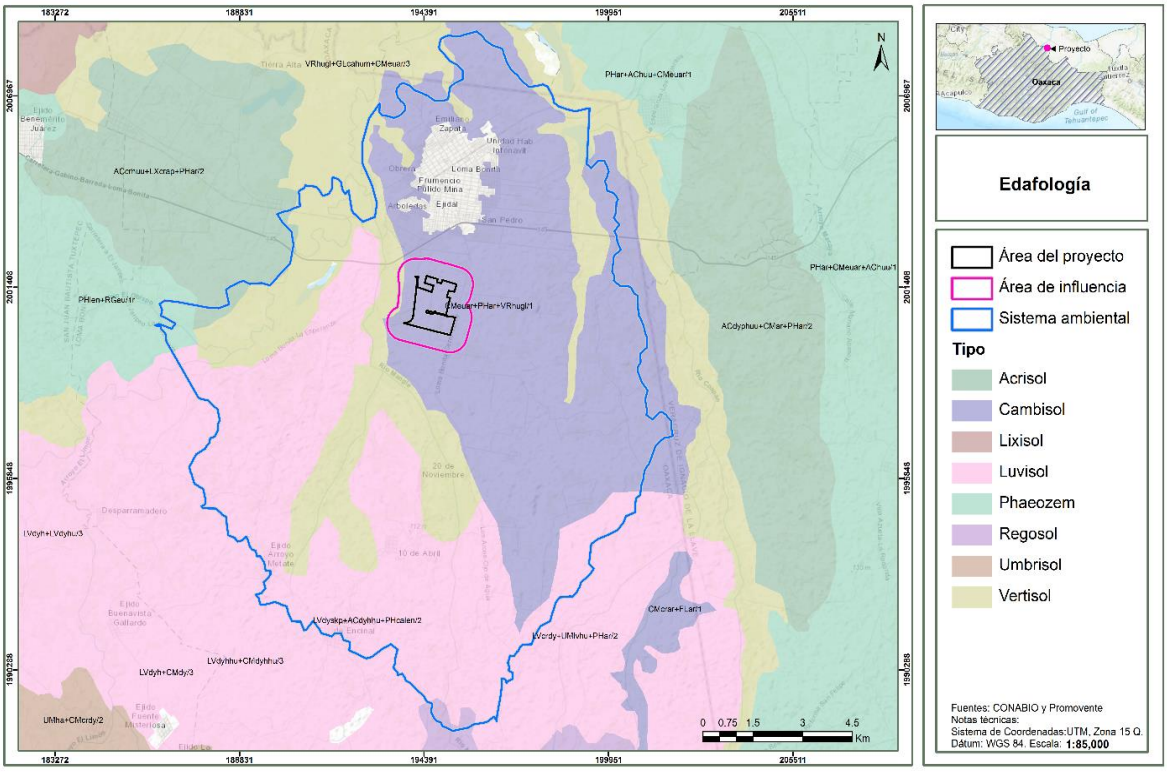
[redacted]
Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

En el **AI**, solo se presentan dos tipos de suelo, el Cambisol de textura gruesa en un 96.28% del total de la superficie del AI y el Vertisol de textura fina en un 3.72%. finalmente, en el **AP**, el suelo dominante es el Cambisol de textura gruesa.

Tabla IV.5. Superficie por tipo de suelo en el SAR, AI y AP.

Clave	Tipo	Textura	Superficie					
			SAR		AI		AP	
			ha	%	ha	%	ha	%
ACcrhuu+LXcrap+PHar/2	Acrisol	Media	110.5580	0.61	0	0.00	0	0.00
CMeuar+PHar+VRhugl/1	Cambisol	Gruesa	7,409.6145	41.08	527.6269	96.28	153.014	100.00
LVcrdy+UMlvhu+PHar/2 LVdyskp+ACdyhhu+PHcalen/2	Luvisol	Media	6,066.3803	33.64	0	0.00	0	0.00
LVdyh+LVdyhu/3	Luvisol	Fina	53.0470	0.29	0	0.00	0	0.00
PHlen+RGeu/1r	Phaeozem	Gruesa	118.5842	0.66	0	0.00	0	0.00
RGdylen+LVdylen/3	Regosol	Fina	63.3234	0.35	0	0.00	0	0.00
VRhugl+GLcahum+CMeuar/3	Vertisol	Fina	3,597.6636	19.95	20.3644	3.72	0	0.00
N/D	N/D	N/D	616.0522	3.42	0	0.00	0	0.00
Total			**18,035.2233**	**100.00**	**547.9914**	**100.00**	**153.014**	**100**

Figura IV.26. Unidades edafológicas que inciden en el AP, AI y SAR.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

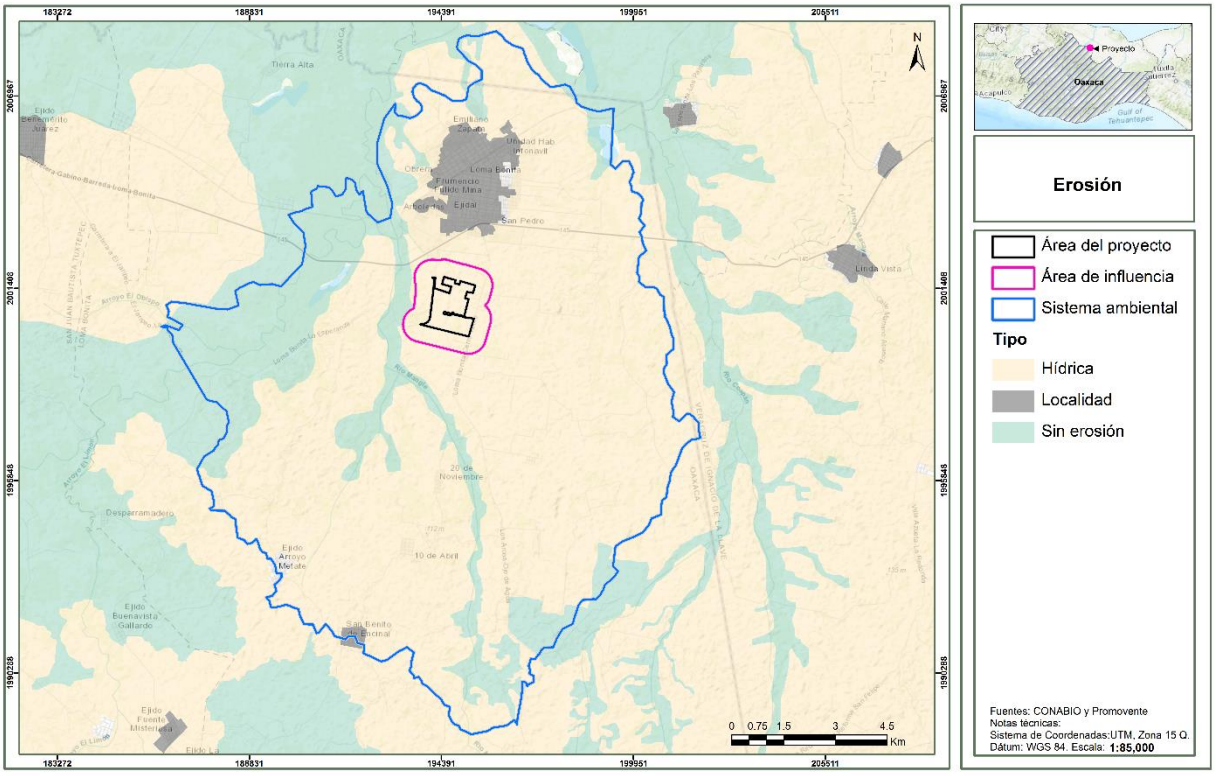
Erosión del suelo

De acuerdo con la información obtenida de la carta temática de Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 de la Dirección de Geomática, SEMARNAT, (2004) obtenida del Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la **CONABIO**, en el **SAR, AI** y **AP** se identifican áreas sin presencia de erosión, no obstante, en el **SAR** se observa presencia de erosión hídrica laminar leve en un 47.57%, mientras que, en el **AI**, representa el 99.85% y en el **AP** este tipo de erosión corresponde al 100% tal como se evidencia en la tabla y figura subsecuente. Es de considerar que en el **AP** los procesos erosivos podrían presentarse durante las etapas de preparación del sitio y construcción y, una vez terminadas dichas etapas, se prevé la aplicación de medidas que minimizarán o evitarán los procesos erosivos.

Tabla IV.6. Tipos de erosión presente en el SAR, AI y AP

Clave	Tipo	Forma	Grado	SAR		AI		AP	
				ha	%	ha	%	ha	%
AH	N/A	N/A	N/A	72.3427	0.40	0.0000	0.00	0.0000	0.00
H2O	N/A	N/A	N/A	44.5374	0.25	0.0000	0.00	0.0000	0.00
HL1	Hídrica	Laminar	Leve	11.8628	0.07	0.0000	0.00	0.0000	0.00
HL1+HS1	Hídrica	Laminar	Leve	8,578.5262	47.57	547.1595	99.85	153.014	100.00
HL2+HS1	Hídrica	Laminar	Moderado	5,265.0101	29.19	0.0000	0.00	0.0000	0.00
SE	Sin erosión	N/A	N/A	3,437.9503	19.06	0.8319	0.15	0.0000	0.00
ZU	Localidad	N/A	N/A	624.9937	3.47	0.0000	0.00	0.0000	0.00
			Total	**18,035.2233**	**100.00**	**547.9914**	**100.00**	**153.014**	**100.00**

Figura IV.27. Tipos de erosión presente en el SAR, AI y AP



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

IV.3.4 Hidrología

De acuerdo con la cartografía del INEGI, la totalidad del **SAR, AI** y **AP**, se encuentran en la cuenca del Río Papaloapan que comprende la **Región Hidrológica No. 28-B**. La cual se encuentra ubicada en la vertiente del Golfo de México, aproximadamente en la parte media del arco que forma el litoral mexicano. El sistema hidrográfico del Papaloapan es el segundo en importancia del país por su caudal, después del sistema Grijalva-Usumacinta. Vierte sus aguas a la Laguna de Alvarado con un promedio de 47,000 millones de m^3 anuales, con fluctuaciones entre 25,000 y 67,000 millones de m^3. El valor promedio equivale al 12% del volumen escurrido anualmente a nivel nacional.

El sistema del Papaloapan está constituido por numerosos afluentes, entre los que destacan los Ríos Blanco, Tonto (controlado por la presa Presidente Miguel Alemán), Santo Domingo (controlado por la presa Presidente Miguel de la Madrid), Usila, Valle Nacional, Obispo, Tesechoacán y San Juan. El control del agua y su aprovechamiento ha constituido históricamente un elemento clave para el desarrollo de la cuenca.

La **Cuenca del Río Papaloapan** comprende la región hidrológica No. 28B y se encuentra ubicada en la vertiente del Golfo de México, aproximadamente en la parte media del arco que forma el litoral mexicano. El área de la cuenca se calcula de 46,517 km^2 y comprende territorialmente las entidades federativas de Puebla, Oaxaca y Veracruz, en la que se ubican 244 municipios y radica una población de 3.3 millones de habitantes.

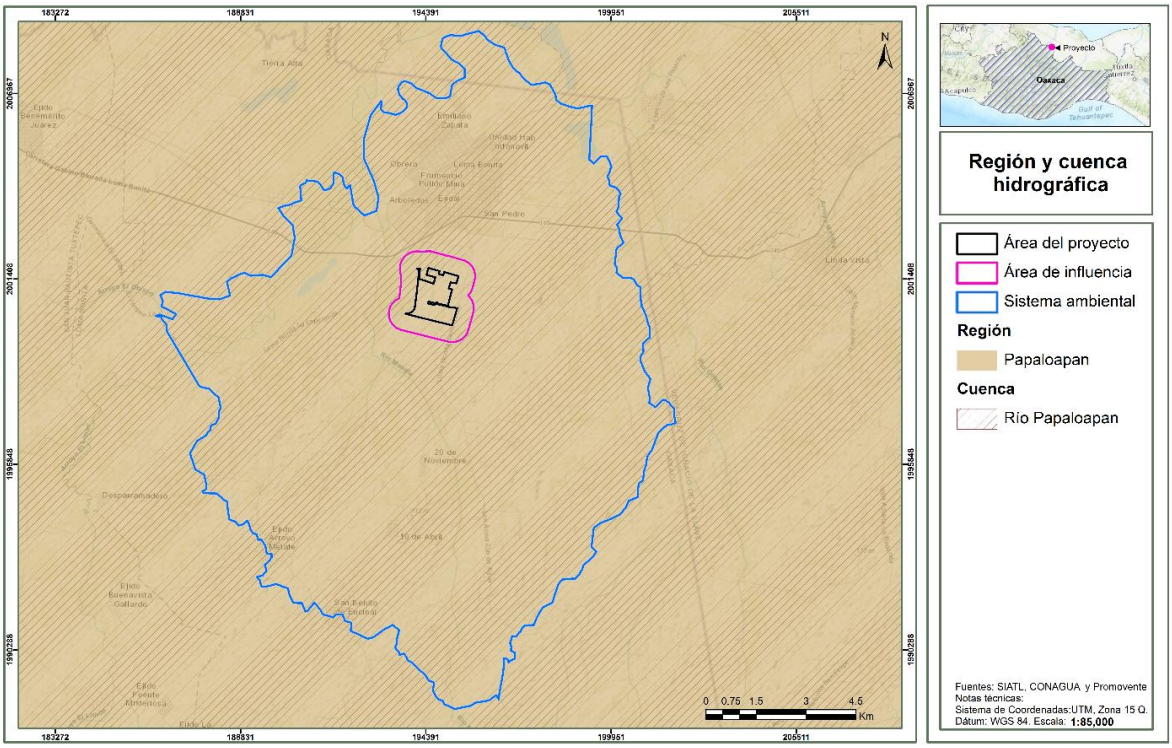
El sistema fluvial del Papaloapan es el de mayor importancia en el país después del sistema Grijalva-Usumacinta, abarca aproximadamente 47,448 km^2 de superficie correspondiendo 52% a Oaxaca, 38% a Veracruz y 12% a Puebla, cuenta con 15 sistemas hidrográficos que por, su caudal ocupa el segundo lugar el país con 47 millones de Mm^3 de escurrimiento medio anual que son vertidos en la Laguna de Alvarado. Los principales afluentes de este río son: El Blanco, Tonto, Santo Domingo, Usila, Valle Nacional, Obispo, Tesechoacán y San Juan. De los afluentes antes mencionados, el río Blanco tiene una particular importancia por los desarrollos industriales y urbanos que se han asentado en sus márgenes y por la grave alteración ambiental que padece, han provocado la pérdida y en otros casos la emigración de la fauna acuática. Este río descarga sus aguas en la Laguna de Alvarado uniéndose en este punto con el río Papaloapan.

Tabla IV.7. Características de las regiones hidrológicas sobre las que inciden el SAR, AI y AP.

Característica	Región hidrográfica	Cuenca hidrográfica	Subcuenca hidrográfica	Microcuenca	
Clave/nombre	RH28 Papaloapan	RH28A R. Papaloapan	Río Obispo	Loma Bonita	La Capilla
Área (km^2)	180.35	180.35	180.35	127.71	52.65
Tipo (abierta/cerrada)	Exorréica	Exorréica	Exorréica	Exorréica	Exorréica

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

Figura IV.28. Región hidrológica sobre la que incide el SAR, AI y AP.



IV.3.4.1 Hidrología superficial

Dentro del **SAR** se pueden encontrar varios escurrimientos naturales, que tienen su origen en la cabecera municipal y dirigen su cauce hacia las afueras; en direcciones diferentes, llegando a desembocar en el río Obispo, afluente del río Papaloapan, que se encuentra en la margen derecha de la cabecera municipal de Loma Bonita, y otros escurrimientos dirigen sus cause a Lagunas cercanas. Dicha zona está enclavada en la sub. Cuenca del Río Obispo, Región Hidrológica RH 28, Cuenca del Papaloapan. La cual está alimentada por los Arroyos Zacatixpan, Coapan, El Limón, Mangle, El Obispo, Agua Clarita, Las Varas, Agua Fría, El Curita, Tular, Playa San Vicente, Tecomate, Mixtan, Sesecapan, El Carrizo, y La Virgen por mencionar algunos y algunos otros intermitentes. De los cuerpos lagunares se encuentra la laguna de Zacatixpan, Cujuliapan, La Virginia y Plan de Pájaros.

Para el caso del Papaloapan, el hecho de que en el parteaguas se cuente con alturas superiores a los 3,250 msnm en las Sierras Mazatecas y Juárez, promueve una alta velocidad de los escurrimientos que drenan con mayor rapidez hacia la planicie induciendo riesgos de inundación en zonas carentes de vegetación o altamente azolvada

Derivado de la hidrología subterránea en lo que respecta a los tipos de roca que afloran en el **SAR** las cuales son materiales consolidados con permeabilidad baja, promueven la existencia de escurrimientos superficiales.

Figura IV.29. Hidrología superficial que incide en el SAR, AI y AP.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

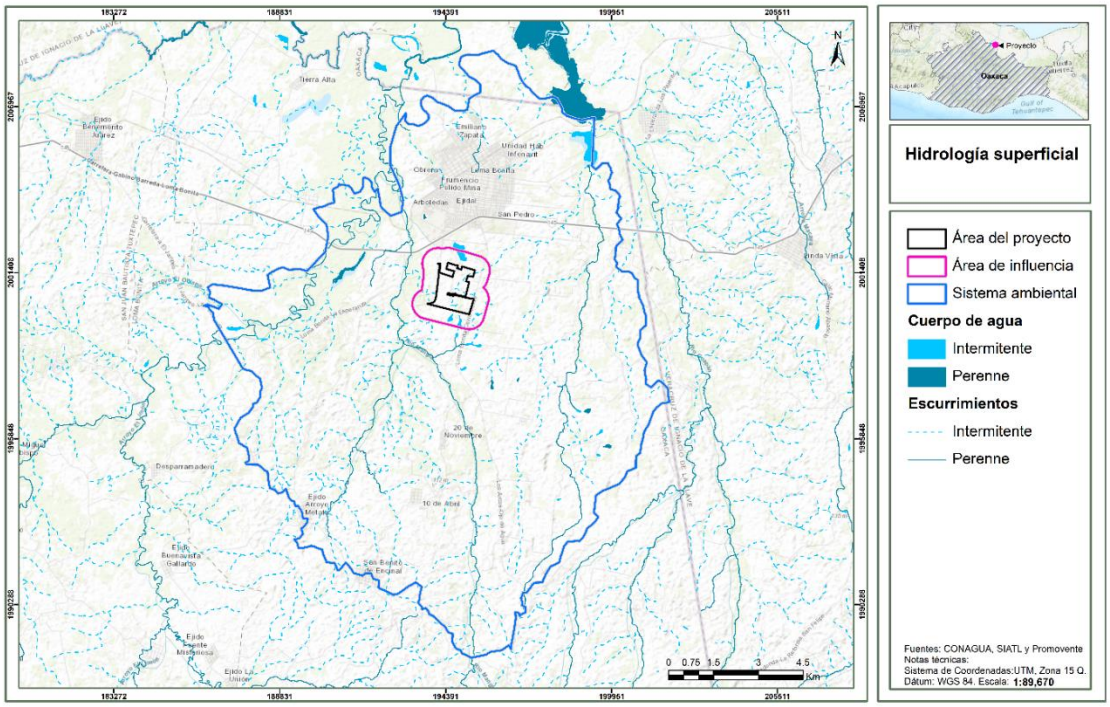
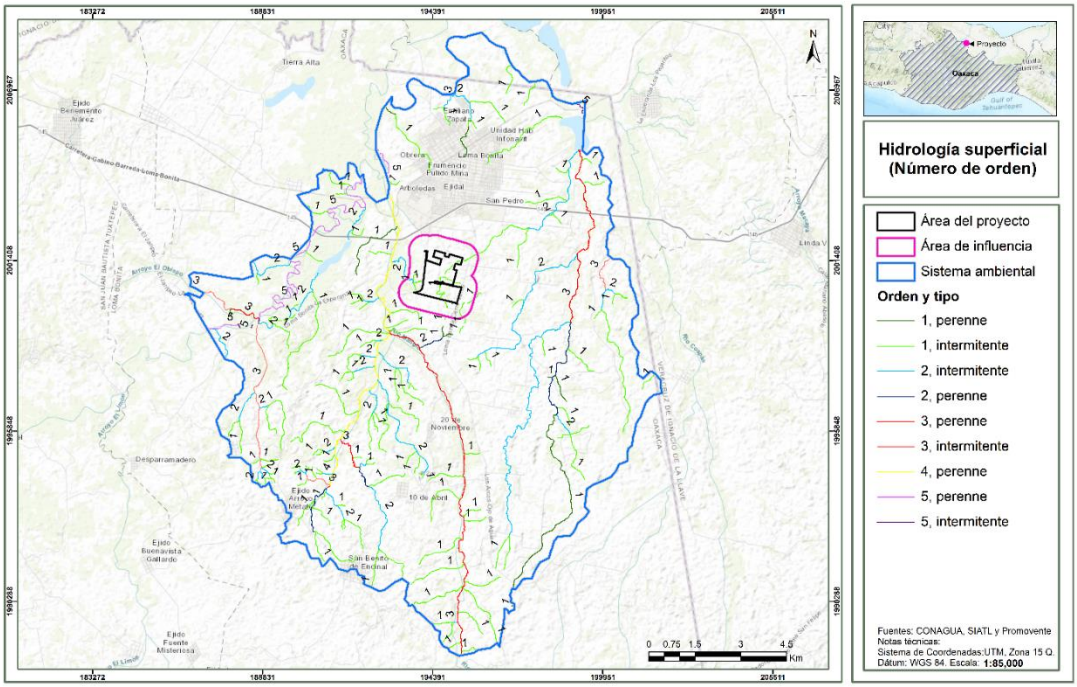


Figura IV.30. Tipos de escurrimientos que incide en el SAR, AI y AP.



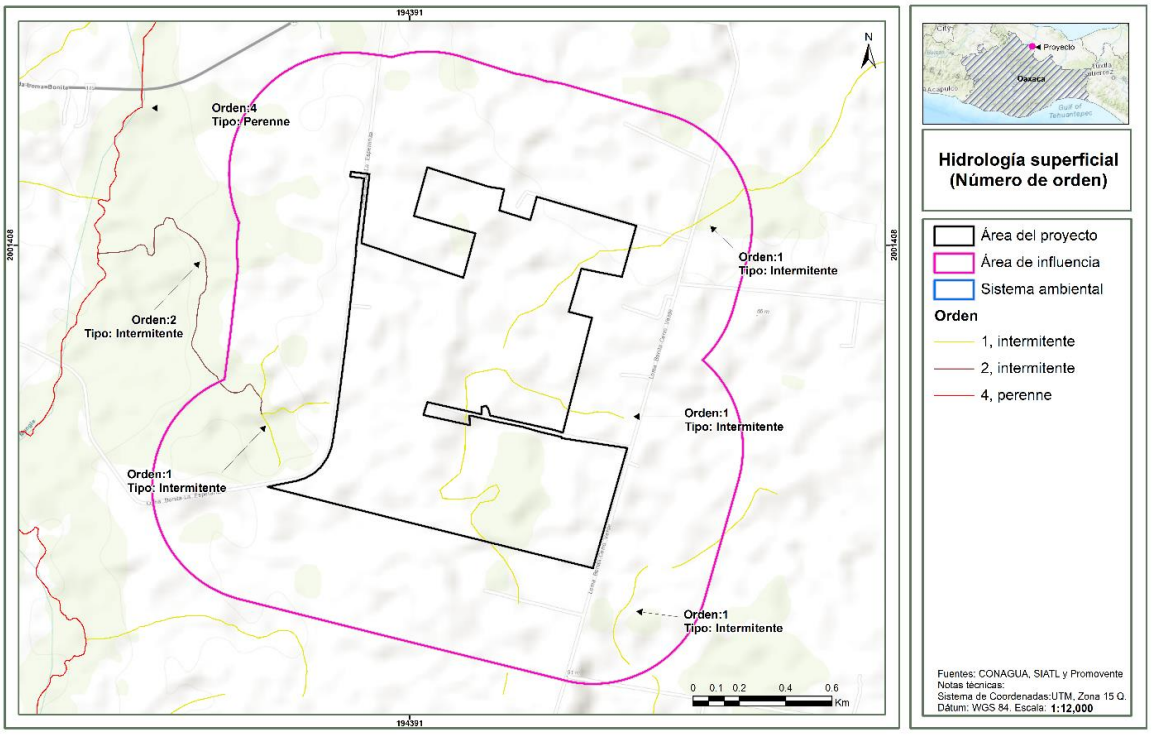
[redacted]
Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Tabla IV.8. Características y tipo de escurrimientos que inciden el SAR, AI y AP.

Tipo de escurrimiento	Orden	SAR		AI		AP	
		Número de corrientes	Longitud (km)	Número de corrientes	Longitud (km)	Número de corrientes	Longitud (km)
Intermitentes	1	160	123.26	9	5.13	3	2.43
	2	61	50.34	2	0.32	-	-
	3	13	9.37	-	-	-	-
	5	5	1.16	-	-	-	-
Subtotal		**239**	**184.13**	**11**	**5.45**	**3**	**2.43**
Perenne	1	13	14.19	-	-	-	-
	2	12	7.22	-	-	-	-
	3	30	22.51	-	-	-	-
	4	25	12.02	-	-	-	-
	5	11	15.02	-	-	-	-
Subtotal		**91**	**70.96**	**0**	**0**	**0**	**0**
Total		**330**	**255.09**	**11**	**5.45**	**3**	**2.43**

De acuerdo con la tabla anterior, en el **SAR** se presentan 239 corrientes de tipo intermitente correspondientes al orden 1,2,3 y 5, y 91 corrientes de tipo perenne de los órdenes del 1 al 5, sumando un total de 255.09 km dentro el **SAR**. Así mismo, en el **AI** se presentan 11 corrientes de tipo intermitente de orden 1 y 2, que en conjunto suman una longitud total de 5.45 km, finalmente en el **AP** solo se registran 3 corrientes de tipo intermitente de orden 1 con una longitud de 2.43 km. Es importante mencionar que, en el **AI** y **AP**, no se presentan escurrimientos de tipo Perenne.

Figura IV.31. Tipos de escurrimientos que incide en el AI y AP.



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

IV.3.4.2 Hidrología subterránea.

La mayor parte del **SAR** y la totalidad del **AI** y **AP**, se encuentran incidiendo sobre el **acuífero Tuxtepec**, el cual, de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación tiene una superficie de 17,562.72 kilómetros cuadrados, se ubica en la porción norte del Estado de Oaxaca, en sus límites con el Estado de Veracruz, y al noroeste abarca una porción del Estado de Puebla.

El acuífero Tuxtepec al norte limita con los acuíferos Valle de Tecamachalco, del Estado de Puebla; Orizaba-Córdoba, Omealca-Huixcolotla y Los Naranjos, en el Estado de Veracruz; al este y sureste con los acuíferos Cuenca Río Papaloapan y Coatzacoalcos, Estado de Veracruz; al sur con los acuíferos Tehuantepec y Valles Centrales, en el Estado de Oaxaca; y al oeste con los acuíferos Cuicatlán, Estado de Oaxaca y Valle de Tehuacán, en el Estado de Puebla.

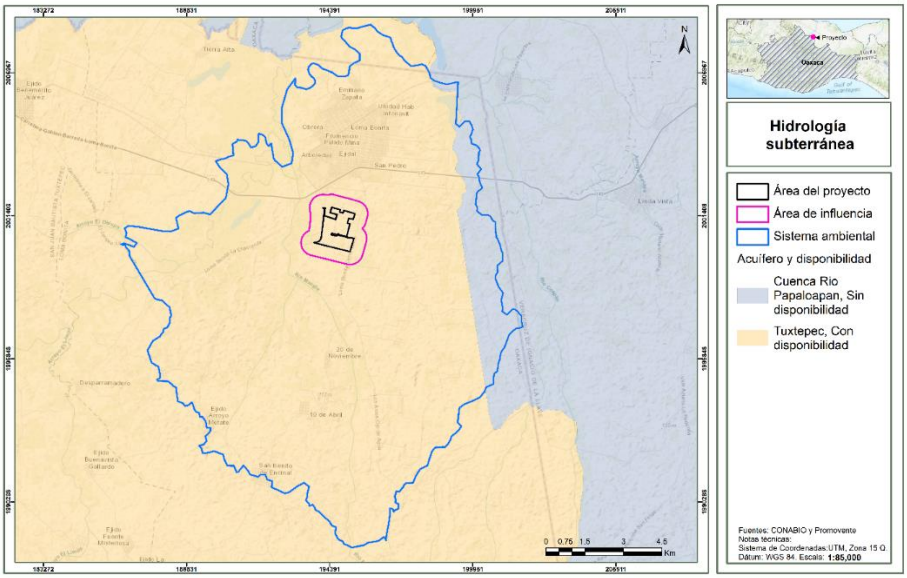
El acuífero Tuxtepec, clave 2010, abarca 129 municipios; entre ellos el municipio de Loma Bonita donde se ubica el **SAR**, **AI** y **AP**.

Ahora bien, una pequeña porción del **SAR** se localiza sobre el acuífero **Cuenca Río Papaloapan**, clave 3019, se localiza en la zona sur del Estado de Veracruz, colinda con el Estado de Oaxaca, y cubre una superficie de 7,279.60 kilómetros cuadrados.

El acuífero colinda al norte, con los acuíferos Costera del Papaloapan, Sierra de San Andrés Tuxtla y Soteapan-Hueyapan; al este, con el acuífero Costera de Coatzacoalcos y al sur, con los acuíferos Coatzacoalcos y Tuxtepec.

El acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, abarca 18 municipios, comprende totalmente a los municipios de Playa Vicente, José Azueta, Cosamaloapan de Carpio, Santiago Sochiapan, Chacaltianguis, Carlos A. Carrillo, Tlacojalpan, Otatitlán y Tuxtilla; y parcialmente a los municipios de Juan Rodríguez Clara, Jesús Carranza, Oluta, Acayucan, Isla, Hueyapan de Ocampo, Sayula de Alemán, San Juan Evangelista y Texistepec. Administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo Centro.

Figura IV.32. Acuíferos que inciden en el SAR, AI y AP.



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

Acuífero Tuxtepex

El **acuífero Tuxtepec**, clave 2010, se aloja en los sedimentos recientes y en rocas del Terciario. El funcionamiento que tiene es del tipo libre, en un medio granular, aunque en algunos sectores pueda tratarse de un acuífero semiconfinado, debido a la heterogeneidad de los materiales en que se encuentra.

El acuífero principal está alojado en los materiales granulares del Terciario, arenas y conglomerados de edad del Mioceno, y en los aluviones del Cuaternario, con espesores promedio de 100 metros, a profundidad las condiciones de permeabilidad disminuyen.

Los materiales cuaternarios y terciarios se localizan hacia las partes planas y de lomeríos en la zona de interés. Hacia el poniente, en donde prevalecen los niveles topográficos más altos, se encuentran rocas del Mesozoico o más viejas generalmente con menor capacidad acuífera, a excepción de las calizas y dolomías Cretácicas de la Formación Guzmantla, las que se encuentran limitadas lateralmente por fallas geológicas que impiden su continuidad hidráulica, adicionalmente, en la vertical las calizas se encuentran intercaladas por secuencias de carácter arcilloso que no permiten una recarga vertical directa.

El acuífero, en general funciona como libre y alojado en un medio granular. La mayor componente de recarga principal de los acuíferos granulares es generada de la precipitación que se da en la porción en donde afloran estos materiales, principalmente en la zona de lomeríos; otra proviene de las elevaciones de las sierras y se transmite horizontalmente, y una componente adicional se da a través de las corrientes superficiales en la época de lluvias, en temporada de secas, en cambio, el acuífero es drenado por ellas. Localmente, en el área de Tuxtepec-Loma Bonita, se presentan estos lomeríos que captan agua de lluvia y que alimentan al acuífero regional que descargan hacia las corrientes principales.

La zona principal de recarga, se conforma por las elevaciones topográficas ubicadas al sur de la zona de estudio. La descarga del acuífero es hacia el Río Papaloapan y hacia el noreste del valle por el que transita.

Niveles del Agua Subterránea

La profundidad al nivel estático, medida desde la superficie del terreno, en el año 2014, varía desde algunos metros, que se registran en las riberas de los Ríos Papaloapan, Santo Domingo y Obispo, hasta 23 metros, aumentando gradualmente de las inmediaciones de las corrientes superficiales, hacia las estribaciones de las sierras que lo delimitan, conforme se asciende topográficamente. Los valores más profundos, mayores de 15 metros, se registran al sur de Loma Bonita y al oeste de Santa Catarina, y los más someros en las inmediaciones del Río Papaloapan y sus afluentes.

En la configuración de la elevación del nivel estático para el año 2014, en la localidad de Santa Catarina se registran las máximas elevaciones entre 30 y 42 metros sobre el nivel del mar, las elevaciones más bajas se localizan hacia las zonas donde se ubican las corrientes de agua, se observan dos principales direcciones de flujo la primera hacia el suroeste y la segunda hacia el sureste ambas con tendencia hacia las corrientes de agua superficial que atraviesan el acuífero Tuxtepec, clave 2010.

Los niveles del agua subterránea muestran variaciones estacionales por efecto de la alternancia de las temporadas de estiaje y lluvias La evolución para el periodo 2011-2014 muestra valores puntuales tanto de recuperación como de abatimiento. Los abatimientos de hasta 2,7 metros se registran hacia los valles y proximidades del Río Papaloapan y sus afluentes; las recuperaciones de hasta 3 metros se registraron en

la zona comprendida al sur de Benemérito Juárez, en los aprovechamientos ubicados en las elevaciones topográficas.

La configuración de la elevación del nivel estático no demuestra alteraciones del flujo natural del agua subterránea que indiquen la presencia de conos de abatimiento causados por la concentración de pozos o del bombeo. Además, el volumen de extracción es muy inferior al valor más conservador de recarga que pudiera estimarse. Por estas razones, se puede afirmar que las variaciones en el nivel del agua subterránea no han sufrido alteraciones importantes en el transcurso del tiempo, por lo que el cambio de almacenamiento tiende a ser nulo.

Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

En el acuífero Tuxtepec, clave 2010, existen 2,229 aprovechamientos, de los cuales 1,735 son norias, 492 son pozos y 2 galerías.

El volumen de extracción conjunto se ha estimado en 58.2 millones de metros cúbicos, de los cuales el 44.0 por ciento se destina a uso agrícola, el 27.6 por ciento para uso público urbano, para uso industrial se utilizan 19.8 por ciento, para los usos pecuario y doméstico se destina el 0.2 por ciento y el 8.4 por ciento para otros usos.

Calidad del agua subterránea

Con respecto a las concentraciones de elementos principales por ion dominante, no se identificó una familia dominante, se presentan composiciones sódicas-cloruradas y bicarbonatadas.

De manera general, las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la "Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000, por lo que el agua subterránea del acuífero es apta para consumo humano, con algunas excepciones puntuales en las que se identifica contaminación por las fuentes potenciales, principalmente por las actividades agrícolas que usan fertilizantes y agroquímicos, en menor proporción por la descarga de aguas residuales sin tratamiento, por la falta de sistemas de alcantarillado así como por la presencia de basureros y gasolineras.

La concentración de sólidos totales disueltos varía de 109 a menos de 1,000 miligramos por litro, que no sobrepasan el límite máximo permisible establecido en la norma referida, con excepción de valores ligeramente superiores a los 1,000 miligramos por litro, posiblemente estén asociados a fuentes puntuales de contaminación, debido a que la mayoría de las norias no tiene ninguna protección sanitaria.

De acuerdo con el criterio de Wilcox que relaciona la conductividad eléctrica con la relación de adsorción de sodio, el agua extraída se clasifica como de salinidad media baja a media y contenido bajo de sodio intercambiable, que es apropiada para su uso en riego sin restricciones en ellos cultivos y en el tipo de suelos.

Disponibilidad media anual

En el acuífero existe volumen disponible para otorgar nuevas concesiones o asignaciones, en el acuífero Tuxtepec, clave 2010 en el Estado de Oaxaca.

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

El volumen máximo de agua subterránea que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 148.4 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

Acuífero Cuenca Río Papaloapan

El acuífero **Cuenca Río Papaloapan,** clave 3019, corresponde a una amplia región que por su morfología puede dividirse en valles de inundación y lomeríos. Los valles de inundación de los grandes ríos Papaloapan y Tesechoacán, corresponden a materiales granulares finos de origen fluvial, con espesores entre 100 y 200 metros, que dan origen a un acuífero libre, heterogéneo y anisotrópico, que presenta un nivel cercano a la superficie.

Los lomeríos formados por rocas sedimentarias marinas presentan permeabilidad y forman un acuífero con un nivel que presenta continuidad a todo lo largo del área del acuífero. Las rocas sedimentarias marinas permeables se encuentran entre los 50 y 200 metros sobre el nivel del mar.

Tanto los materiales granulares a lo largo de los valles de inundación de los ríos, como la zona de lomeríos de sedimentos marinos, presentan permeabilidad y han permitido la infiltración, almacenamiento y circulación del agua subterránea. El agua abunda en la región y la recarga al subsuelo se efectúa tanto a través de la infiltración del agua de lluvia como de escurrimientos superficiales. La descarga se lleva a cabo por flujo subterráneo, que es drenado hacia las corrientes superficiales y en menor proporción, a través de pozos.

Niveles del agua subterránea

La profundidad al nivel estático en el acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, en el año 2014, variaba desde algunos metros, que se registran en las riberas de los ríos Papaloapan y Tesechoacán, hasta 50 metros; aumentando gradualmente de la zona costera y de las inmediaciones de las corrientes superficiales, hacia las estribaciones de los lomeríos que lo delimitan, conforme se asciende topográficamente. Los valores más profundos, mayores de 40 metros, se registran al sureste del poblado Los Tigres.

La elevación del nivel estático o carga hidráulica en el acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, medida por la Comisión Nacional del Agua en el año 2014, variaba entre 3 y 137 metros sobre el nivel del mar, y se incrementan desde las llanuras de inundación de los ríos Papaloapan y Tesechoacán hacia el sur, de manera paralela a la dirección de escurrimiento de los ríos, mostrando el reflejo de la topografía, al igual que los valores de profundidad, lo que indica que el flujo subterráneo no muestra alteraciones o distorsiones causadas por la concentración de pozos o del bombeo, debido a que su recarga es muy superior al de su extracción. Las líneas equipotenciales con valores de elevación más altos, mayores de 100 metros sobre el nivel del mar, se registran en la porción central entre los ríos Tesechoacán y San Juan, y disminuyen hacia el valle. La dirección preferencial del flujo subterráneo ocurre al noroeste-noreste, indicando que el agua subterránea de esta zona es drenada por los ríos Papaloapan, San Juan y Tesechoacán.

Las zonas de recarga se localizan en las elevaciones topográficas localizadas en la zona comprendida entre los poblados Juan Rodríguez Clara y Los Tigres, y en los lomeríos dispersos en la superficie del acuífero, desde donde el agua subterránea circula a través de los valles que recorren los ríos y su gran cantidad de arroyos tributarios, hacia el noroeste y noreste.

La evolución del nivel estático no registra cambios importantes en su posición en la mayor parte de su superficie, sólo presenta cambios estacionales naturales, ocasionados por la alternancia de las temporadas de estiaje y lluvias.

Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

De acuerdo con la información de la Comisión Nacional del Agua, en el acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, existen 7,950 aprovechamientos, de los cuales 7,643 son norias, 306 son pozos y un manantial.

El volumen de extracción total del acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, es de 17.6 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales, el 77.9 por ciento, se destina para uso agrícola; el 16.8 por ciento, para uso público urbano; el 3.5 para usos múltiples y el restante 1.8 por ciento, para usos industrial, pecuario y doméstico.

Calidad del agua subterránea

En el acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, se colectaron muestras de agua subterránea en 18 captaciones para su análisis fisicoquímico correspondiente, las determinaciones incluyeron iones principales, temperatura, conductividad eléctrica, potencial hidrógeno, potencial de óxido-reducción, nitratos, fosfatos, dureza total, hierro, manganeso y sólidos totales disueltos.

La concentración de sólidos totales disueltos en el acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, varía de 30 a 480 miligramos por litro. Con respecto a las concentraciones de elementos mayores por ion dominante, se identificaron varias familias del agua, destacando de manera general las bicarbonatadas, magnésicas o cálcicas.

De manera general, las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por la "Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000, con excepción de la concentración de hierro en el agua subterránea, que en 4 pozos rebasa el límite máximo permisible para consumo humano de 0.30 miligramos por litro, establecido en la mencionada norma; el valor máximo fue de 1.07 miligramos por litro.

De acuerdo con el criterio de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio, el agua extraída se clasifica como de salinidad baja a media y contenido bajo de sodio intercambiable, lo que indica que es apropiada para su uso en riego sin restricciones.

Es evidente el riesgo de contaminación por las fuentes potenciales, principalmente por las actividades agrícolas que usan fertilizantes y agroquímicos, en menor proporción por la descarga de aguas residuales sin tratamiento y por la falta de sistemas de alcantarillado.

Disponibilidad media anual

La disponibilidad media anual en el acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019, se determinó considerando una recarga total media anual de 129.0 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 50.0 millones de metros cúbicos anuales, y el volumen de agua subterránea

concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 90.995268 millones de metros cúbicos anuales, resultando un déficit de 11.995268 millones de metros cúbicos anuales.

Esta cifra indica que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Cuenca Río Papaloapan, clave 3019.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 79.0 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

IV.3.5 Aire

El Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM) es un instrumento que agrupa información de las fuentes y emisiones a la atmósfera de los contaminantes: a) monóxido de carbono (CO), b) óxidos de nitrógeno (NOx), c) óxidos de azufre (SOx), d) partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5), e) compuestos orgánicos volátiles (COV), y f) amoniaco (NH3), y que permite conocer la influencia de las actividades antropogénicas y naturales en la contaminación del aire. De acuerdo con este instrumento, las fuentes de contaminantes se clasifican como: a) antropogénicas y b) naturales; las primeras de dividen a su vez en: a) fijas, b) de área y c) móviles, mientras que las naturales en biogénicas y erosión (SEMARNAT 2019).

A partir de los datos del Subsistema de Información del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (SIINEM) y con los Programas de gestión para mejorar la calidad del aire (PROAIRE) del estado de Oaxaca en el municipio de Loma Bonita se presenta un resumen de las emisiones contaminantes y calidad del aire asociados al Proyecto.

Tabla IV.1. Emisiones de contaminantes criterio año base 2016 por municipio; fuente: elaboración propia con datos del SIINEM (2022).

Municipio	Fuente de Emisión	Categoría	Subcategoría	PM10	PM2.5	SO_2	CO	NOX	COV	NH3
Loma Bonita	Fuentes de área	Agropecuarias	Aplicación de fertilizantes							62.15
			Aplicación de plaguicidas						5.88	
			Corrales de engorda	9.41	1.07					
			Emisiones ganaderas de amoniaco							81.32
			Labranza	46.52	10.31					
			Quemas agrícolas	54.68	50.65	5.48	268.97	14.39	21.60	5.38
		Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo	Manejo y distribución de combustibles						27.09	
			Manejo y distribución de gas L.P.						82.48	
		Fuentes industriales ligeras y comerciales	Actividades de construcción							
			Asados al carbón	3.47	2.77		6.91	0.13	0.45	
			Panificación						2.77	
		Fuentes misceláneas	Caminos pavimentados y no pavimentados	1.49	0.36					
			Emisiones domésticas de amoniaco							60.53

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

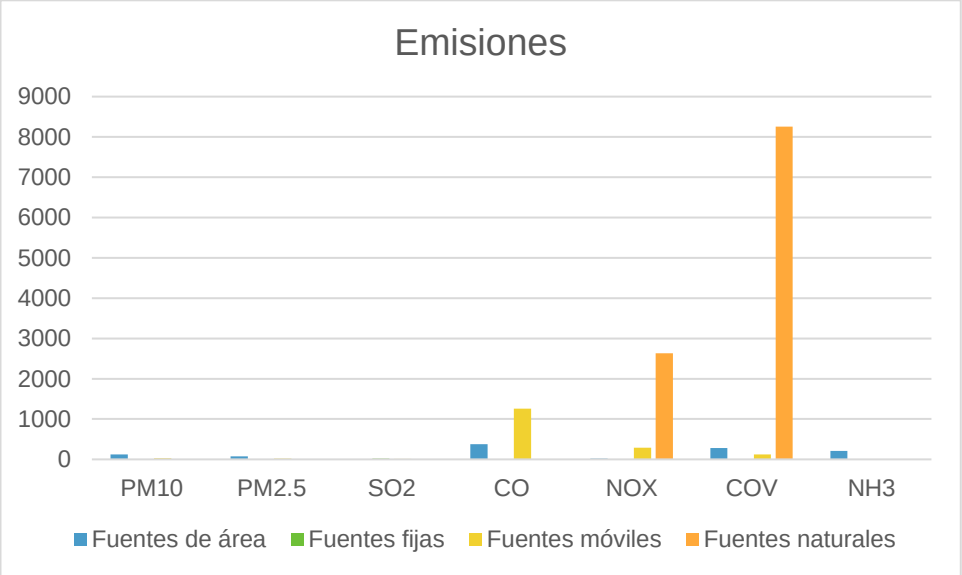
Municipio	Fuente de Emisión	Categoría	Subcategoría	PM10	PM2.5	SO_2	CO	NOX	COV	NH3
			Esterilización de material hospitalario						0.03	
			Incendios en construcción	0.00	0.00		0.03	0.00	0.00	
			Incendios forestales							
			Ladrilleras							
		Manejo de Residuos	Aguas residuales							
			Quema de residuos a cielo abierto	0.39	0.36	0.01	0.88	0.06	0.09	
			Rellenos sanitarios				0.05		2.72	
		Quema de combustibles en fuentes estacionarias	Combustión agrícola	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Combustión comercial	0.02	0.02	0.00	0.18	0.32	0.01	
			Combustión doméstica	8.26	7.96	0.24	95.79	5.87	20.83	0.00
			Combustión industrial	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00
		Uso de Solventes	Artes gráficas						17.13	
			Asfaltado						3.47	
			Lavado en seco						1.60	
			Limpieza de superficies industriales						2.38	
			Pintado Automotriz						11.83	
			Pintura para señalización vial						0.05	
			Recubrimiento de superficies arquitectónicas						11.14	
			Recubrimiento de superficies en la industria						14.42	
			Uso doméstico de solventes						55.33	
	Fuentes fijas	Alimentos y bebidas		0.89	0.58	16.09	0.12	1.34	0.01	0.02
	Fuentes móviles	Carreteras	Autobús	2.56	2.36	0.52	8.33	24.09	1.36	0.03
			Autos particulares	0.28	0.25	0.58	133.80	27.27	15.80	0.22
			Camionetas particulares	0.05	0.05	0.13	24.62	5.37	2.64	0.04
			Combi	0.00	0.00	0.01	1.90	0.46	0.12	0.00
			Motocicletas	1.27	1.12	3.26	860.64	41.66	71.61	2.39
			Pickup y Veh<3.8Ton	0.25	0.23	0.53	96.59	19.55	9.90	0.16
			Taxi	0.04	0.03	0.28	37.57	12.21	2.44	0.09
			Tractocamión	1.44	1.32	0.20	2.05	6.02	0.43	0.01
			Veh>3.8Ton	7.47	6.87	1.08	36.17	36.79	4.36	0.10
		No carreteras	Cruces fronterizos							
			Embarcaciones marinas							
			Equipos en aeropuertos							
			Locomotoras de patio							
			Locomotoras de recorrido	0.90	0.81	0.33	3.58	36.29	1.34	
			Maquinaria agrícola	9.50	9.22	1.94	56.31	76.76	9.50	
			Terminales de autobuses							
	Fuentes naturales	Emisiones biogénicas	Emisiones biogénicas					2,630.53	8,256.86	
			Total general	**148.89**	**96.34**	**30.68**	**1,634.50**	**2,939.16**	**8,657.67**	**212.44**

Las fuentes naturales son las mayores emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), en la categoría de Emisiones biogénicas las cuales emiten 8,256.86 ton/año de partículas y 2,630.53 ton/año de partículas de NOX. Las fuentes móviles son las responsables de las mayores emisiones de partículas CO, con 1,261.56

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

ton/año en la categoría de quema de combustibles en fuentes estacionarias y agropecuarias, para mayor detalle la siguiente figura.

Figura IV.33. Categorías que contribuyen a la mayor emisión por contaminante; fuente: elaboración propia con datos del SIINEM (2022).



IV.3.5.1 Análisis vinculatorio

La calidad del aire se verá afectada por la generación de partículas suspendidas, Durante las actividades de preparación de sitio y construcción dado que el suelo quedará al descubierto al retirar la cubierta vegetal no forestal y por aquellas actividades que impliquen el movimiento de suelo, así como emisiones de humos y gases producidos por la combustión de gasolina y diésel utilizados por la maquinaria y equipo; así como también provenientes de los escapes de los vehículos utilizado en las distintas etapas y actividades del **Proyecto**.

El desarrollo del Proyecto contribuirá directamente en la disminución de gases de efecto invernadero. La energía solar fotovoltaica genera electricidad de forma limpia y se adapta a las necesidades actuales. Entre sus principales beneficios podemos mencionar los siguientes:

No emite Gases de Efecto Invernadero (GEI). Permite generar energía sin contaminar el aire y contribuye a desacelerar el cambio climático. Por ejemplo, si la electricidad que consumen 10 hogares se generara con energía fotovoltaica, se ahorraría la emisión a la atmósfera del CO2 equivalente a lo emitido por recorridos de 58,000 km en un auto promedio al año.

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

IV.4 Medio biótico.

El medio biótico, lo componen los factores vivos del ecosistema, que en términos generales y en el alcance de una **MIA-R**, se refiere a la biodiversidad de flora y fauna que caracterizan al área de establecimiento del proyecto y al **SAR**.

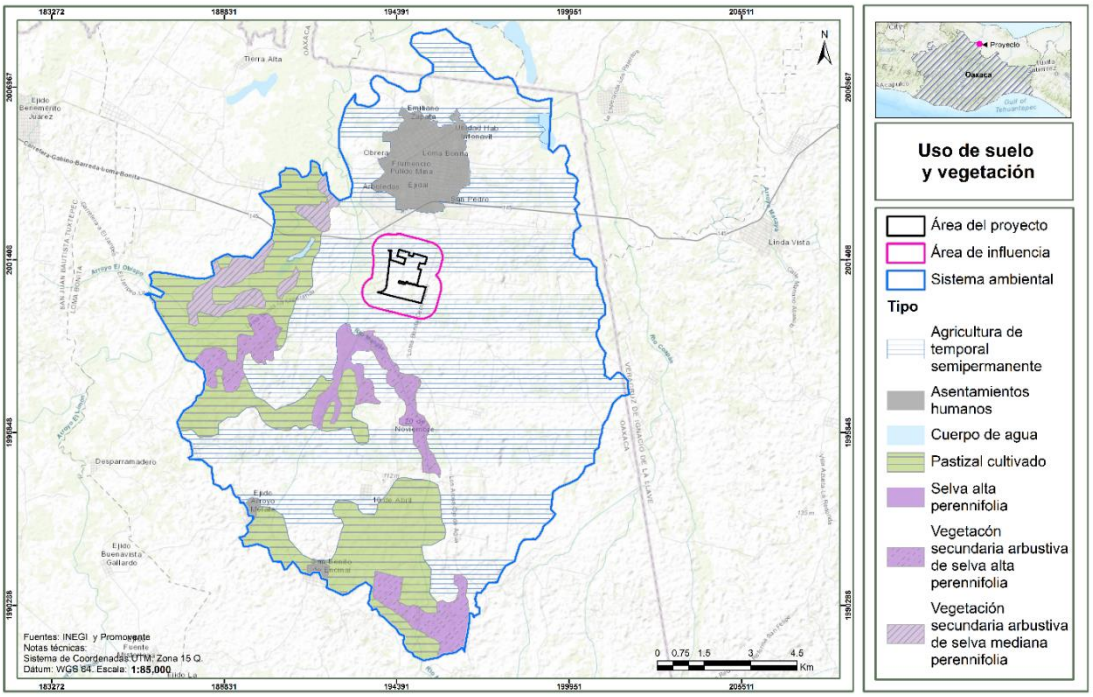
IV.4.1 Vegetación.

La vegetación es la principal porción biótica visible dentro del paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Estas comunidades se definen a través de su composición florística y su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotipo) de sus especies dominantes, sumado a los factores climáticos, edáficos y bióticos del medio. Así sus componentes proporcionan particularidad al medio, dándole un comportamiento fenológico sucesional a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

Para determinar los usos de suelo y vegetación (USV), así como para obtener sus superficies dentro del **SAR**, **AI** y **AP**, se consultó la carta del **INEGI** (Serie VII), además de haberse realizado trabajos de campo. De acuerdo con la cartografía del INEGI, dentro del **SAR**, el uso de suelo predominante es el de Agricultura de temporal semipermanente, seguida del pastizal cultivado y vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia, mientras que para el **AP** y **AI**, únicamente se reporta Agricultura de temporal semipermanente (Figura IV.25).

Es importante señalar que la escala que el INEGI maneja para generar su cartografía, es una escala nacional y con usos de suelo y vegetación generalizados, lo que no permite identificar con precisión las coberturas y usos de suelo a nivel local, como el **AP** y **AI**.

Figura IV.34. Uso de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR, AI y AP de acuerdo con el INEGI.



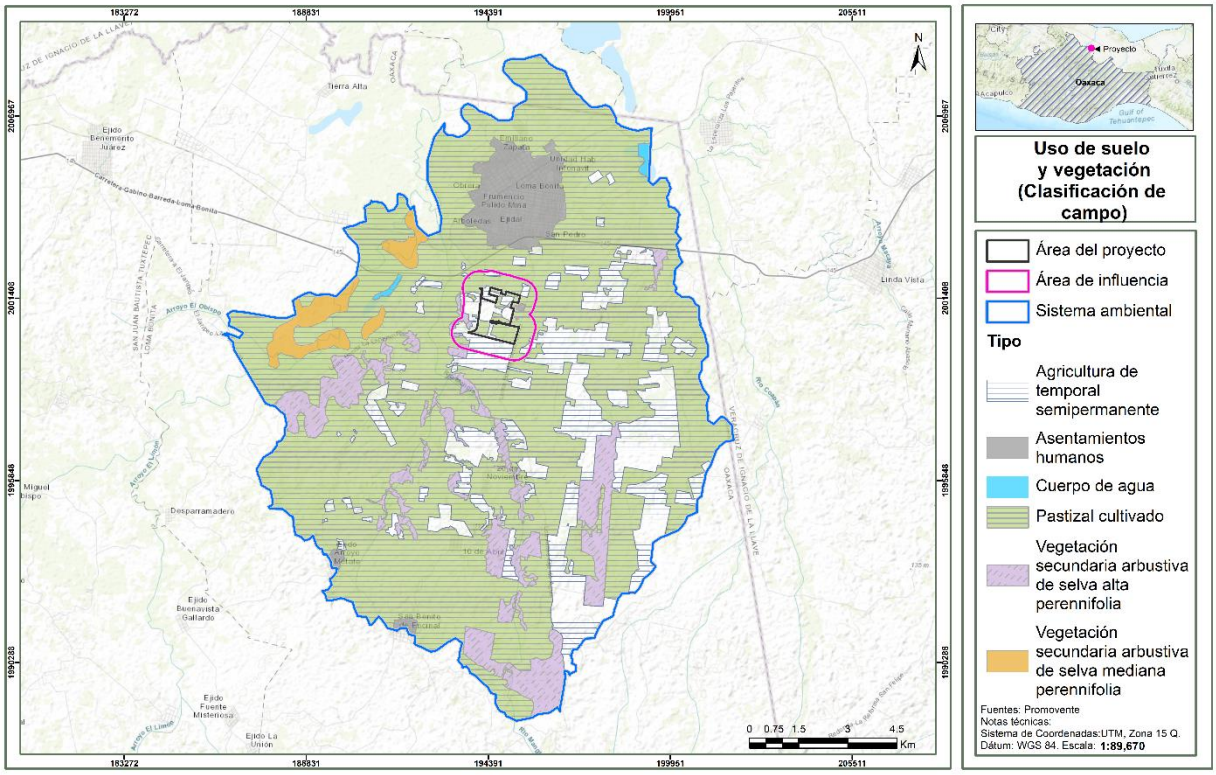
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Ahora bien, de acuerdo con la información mencionada por el INEGI, se corroboró mediante el trabajo de caracterización y reconocimiento de vegetación en campo a través de recorridos de prospección y ejecución de 16 sitios de muestreo.

Como resultado del trabajo de campo, se obtuvieron 6 usos de suelo y tipos vegetación dentro del **SAR**, 4 tipos de coberturas para el **AI** y 2 coberturas para el **AP**.

Figura IV.35. Mapa de uso de suelo y tipos vegetación reconocidos en campo para el SAR, AI y AP.



Como se puede apreciar, el Pastizal cultivado es el uso dominante, se registra en las 3 áreas interés (SAR, AI y AP) en mayor cantidad, teniendo que para el **SAR** ocupa una superficie del 67.38%, en el **AI** el 54.41% y en el **AP** el 58.52%, mientras que la agricultura de temporal semipermanente es el otro uso dominante, dado que se encuentra representado en el 16.54% del **SAR**, el 41.12% del **AI** y el 41.48% en el **AP**.

Finalmente, la vegetación de tipo forestal corresponde a vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia, la cual únicamente se reporta en el **SAR** y **AI** ocupando una superficie de 9.14% y 3.33% respectivamente, al mismo tiempo en el **SAR** converge la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia, ocupando una superficie igual al 2.25%.

Las superficies para cada uso de suelo y tipo de vegetación en las áreas de interés expresadas en hectáreas y sus respectivos % de ocupación, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla IV.9. Superficies por Usos de suelo y vegetación identificados en campo.

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

Uso de suelo y vegetación		SAR		AI		AP	
Clave	Tipo	ha	%	ha	%	ha	%
AH	Asentamientos humanos	801.4156	4.44	6.2521	1.14	-	-
H2O	Cuerpo de agua	44.4853	0.25	-	-	-	-
PC	Pastizal cultivado	12,152.34	67.38	298.1504	54.41	89.42	58.44
VSa/SAP	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	1,648.23	9.14	18.2392	3.33	-	-
VSa/SMP	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia	405.3806	2.25	-	-	-	-
TS	Agricultura de temporal semipermanente	2,983.37	16.54	225.3496	41.12	63.59	41.56
	Total	**18,035.22**	**100**	**547.9914**	**100**	**153.01**	**100**

IV.4.1.1 Superficies de afectación por tipo de vegetación

Una vez identificadas los usos de suelo y tipos de vegetación en campo, se hizo una sobre posición de los componentes del proyecto sobre los tipos de vegetación y usos de suelo, teniendo como resultado, que para el **Proyecto** ocupará una superficie de aprovechamiento de 153.014 ha, sin embargo, con relación a los tipos de vegetación a afectar, de la superficie total de desplante del **Proyecto**, componentes tales como Área de módulos, se desplantará sobre 70.166 ha o bien el 45.86% que corresponden a pastizal cultivado así mismo, se afectarán con otros componentes del **Proyecto** una superficie de 63.59 ha o el 41.56% de Agricultura de temporal semipermanente.

El resto de los componentes como área de almacén/oficinas, baterías, caminos, centros de transformación, línea de transmisión, áreas de no afectación, subestación, las zanjas y las Zonas blancas se establecerán sobre Agricultura de temporal semipermanente, así como vegetación de pastizal cultivado, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.10. Superficies y porcentajes de aprovechamiento**.**

Componente	Uso de suelo y vegetación	Superficie (Ha)	% por componente	% general
Área de módulos	Pastizal Cultivado	70,166	45,86	45,86
	Agricultura De Temporal Semipermanente	50,683	33,12	34,64
	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,000	0,00	
Áreas de almacén/ oficinas	Agricultura De Temporal Semipermanente	1,050	0,69	
Batería	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,170	0,11	
Caminos	Agricultura De Temporal Semipermanente	1,100	0,72	
	Pastizal Cultivado	0,924	0,60	0,62
Centros de transformación	Pastizal Cultivado	0,021	0,013597469	
	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,015	0,01	0,37
Línea de transmisión	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,545	0,36	
	Pastizal Cultivado	0,227	0,15	4,71
Áreas de no afectación	Pastizal Cultivado	6,978	4,560446333	
	Agricultura De Temporal Semipermanente	3,883	2,54	2,86
Subestación	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,333	0,22	
Zanjas	Agricultura De Temporal Semipermanente	0,155	0,10	
	Pastizal Cultivado	0,139	0,09	7,26
Zonas blancas (áreas temporales)	Pastizal Cultivado	10,967	7,17	
	Agricultura De Temporal Semipermanente	5,657	3,70	3,70
Total		**153,014**	**100,00**	**100,00**

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

De acuerdo con lo anterior, se puede demostrar que la implementación del **Proyecto** no afectará vegetación de tipo forestal. De igual forma, en la siguiente imagen se hace un acercamiento del **AP** y **AI** donde se puede observar con mayor detalle lo antes descrito.

Figura IV.36. Mapa de Uso de suelo y vegetación reconocidos en campo para el AI y AP.



IV.4.2 Metodología para la caracterización y composición florística

IV.4.2.1 Trabajo de campo

Se realizó un muestreo aleatorio estratificado, que conlleva en primer lugar, a dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos y que, de forma conjunta, incluyen el conjunto de la población, para luego dentro de cada estrato, realizar un muestreo aleatorio simple. El requisito principal para aplicar este método de muestreo es el conocimiento previo de la información que permita subdividir a la población (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Dadas las características y usos actuales del **SAR**, **AI** y **AP**, el trabajo de campo implico el levantamiento de información únicamente en el **AI** y **SAR**, en 16 sitios de muestreo en conjunto para las áreas del **SAR** y **AI** del Proyecto muestreadas, sobre la **vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia**, mientras que para el **AP** únicamente se hicieron 6 puntos de verificación para conocer las especies presentes, **toda vez que estas corresponden a Pastizal Cultivado y Agricultura de temporal semipermanente, y estas áreas se consideran no forestales**.

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

Asimismo, de acuerdo con la CONAFOR y su documento Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004 – 2010, la razón para no muestrear un conglomerado es que la cubierta vegetal haya sido arrasada al 100% como el caso de agricultura de riego, de temporal o cualquier otra modalidad bajo cualquier sistema de cultivo.

Ahora bien, los sitios de muestreo y puntos de verificación dentro del **SAR**, **AI** y **AP** quedaron distribuidos como se indica en la siguiente tabla y se muestra en la figura subsecuente:

Tabla IV.11. Distribución de los sitios de muestreo para el SAR y AI y puntos de verificación en el AP.

SAR	AI	AP
8	8	6

Las coordenadas de los sitios de muestreo y sitios de verificación se presentan en las siguientes tablas, asimismo, la figura subsecuente, muestra de manera gráfica la ubicación de los sitios mencionados. Las coordenadas en formato digital se presentan en el **Apéndice IV. Anexo IV.1. BDD_Flora PFV Loma Bonita**, en la pestaña “coordenadas”.

Tabla IV.12. Coordenadas de los sitios de muestreo.

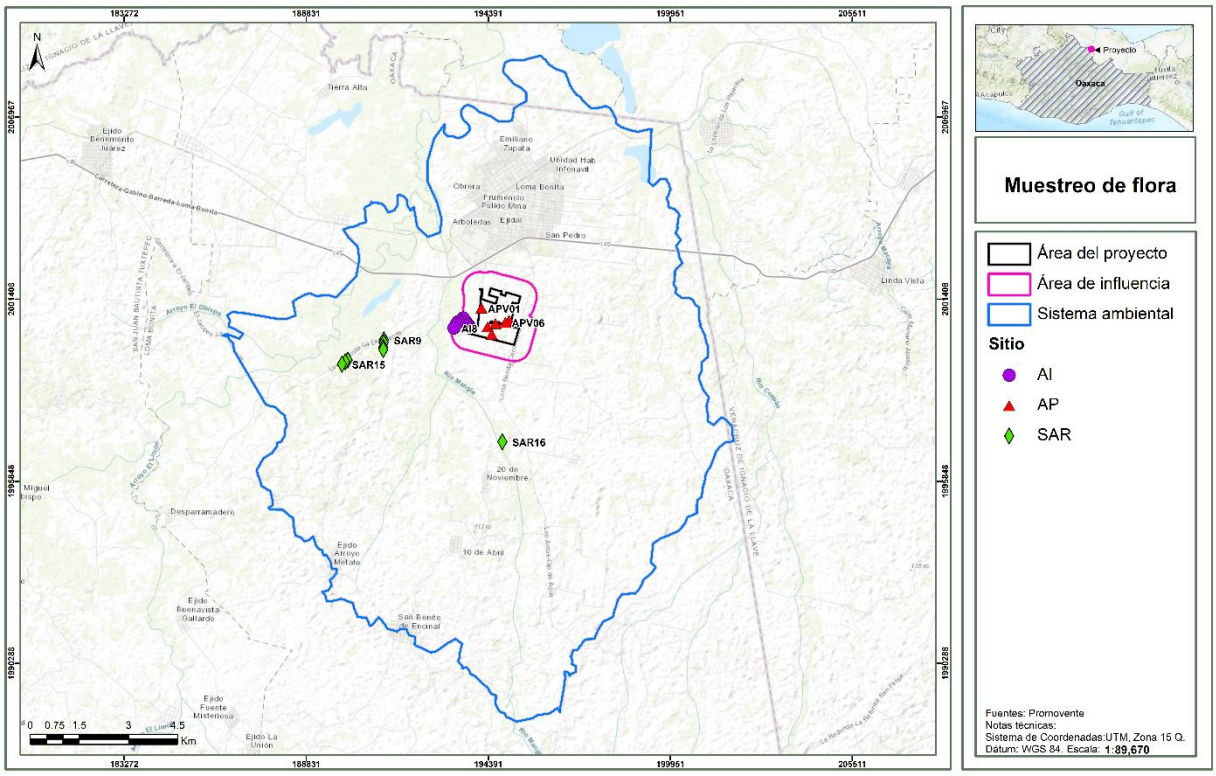
Sitios de muestreo		
Sitio	X	Y
1	193803	2000599
2	193735	2000680
3	193689	2000746
4	193628	2000835
5	193560	2000729
6	193474	2000723
7	193425	2000659
8	193344	2000530
9	191206	2000164
10	191200	2000077
11	191187	1999938
12	191187	1999870
13	190101	1999552
14	190024	1999498
15	189925	1999425
16	194823	1997055

Tabla IV.13. Coordenadas de los sitios de sitios de verificación.

Sitios de verificación		
Sitio	X	Y
V01	194186	2001137
V02	194375	2000565
V03	194497	2000333
V04	195026	2000767
V05	194614	2000666
V06	194915	2000703

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

Figura IV.37. Distribución gráfica de los sitios de muestreo por área.



Para el tamaño de los sitios de muestreo, se consideró el concepto de "área mínima", que se refiere al espacio en que una comunidad puede desarrollar o demostrar su composición y estructura característica. El área mínima se puede determinar con la relación especies-área, pero también es común que el tamaño del cuadro o parcela en general sea de 10 x 10 m (100 m^2) para árboles, 5 x 5 m (25 m^2) para arbustos y de 1 x 1 m (1 m^2) para herbáceas (Bautista Zúñiga, et al., 2011), con base en ello, destaca que, en este caso particular, se realizaron unidades de muestreo a manera de parcelas circulares de 8 metros de radio, para los estratos arbustivo y arbóreo. De igual forma, en cada sitio se delimitó a su vez un área de 1 m^2 para el registro de especies herbáceas, a manera de conglomerado.

Los datos que se registraron durante el muestreo fueron variables clasificatorias:

Tabla IV.14. Ejemplo Bitácora de campo

Sitio campo	X	Y	Ubicación	Estrato	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Abundancia	Altura (m)	Dcopa (m)	Área B(m^2)	Área C(m^2)	Vol (m^3)

Los datos recabados resultan útiles para agrupar los datos del inventario florístico y obtener los resultados de los índices de diversidad por medio de la estratificación vertical (estrato arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceo).

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

Figura IV.38. Forma de los sitios de muestreo para la caracterización de la vegetación.



El trabajo de campo se realizó en dos periodos, durante la temporada de lluvias, del 25 de agosto al 03 de septiembre de 2023 y durante la temporada de secas, del 26 de enero al 03 de febrero del 2024, del levantamiento de información, se conformó una sola base de datos, misma que se encuentra en el **Apéndice IV, Anexo IV.1. BDD de flora.**

Figura IV.39. Trabajo de campo para caracterización de flora.





IV.4.2.2 Análisis de datos del trabajo de campo

Ahora bien, con base en la información obtenida y el uso de tablas dinámicas de Excel, se obtuvieron los índices de riqueza, índice de Shannon-Wiener, índice de equitatividad de Pielou e índice de valor de importancia. Estos indicadores se describen en seguida.

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

Riqueza

La riqueza de especies se define sencillamente como el número de especies prescritas a un área determinada. Para este caso en particular es el número total de especies presentes en el área de muestreo.

Estructura de la vegetación

Para el análisis de la estructura de la vegetación de los puntos de muestreo se calcularon los tres atributos más importantes de cualquier comunidad vegetal: dominancia, abundancia y frecuencia, tanto absolutas como relativas. Con dichos resultados se obtuvo el valor de importancia para cada especie (**IVI**). Estos valores se obtuvieron mediante el método sugerido por Matteucci y Colma (1982) y Mueller-Dombois y Ellenberg, (1974), es un indicador de la importancia fitosociológica y estructural de una especie, dentro de una comunidad. Puede ser aplicado para clasificar u ordenar comunidades vegetales. Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso.

Este índice fue desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = Dominancia\ relativa + Abundancia\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

Donde:

Dominancia: es la proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo.

$$Dominancia = \frac{AB\ de\ la\ especie\ n}{Sumatoria\ del\ AB\ de\ todas\ las\ especies}$$

Se calcula por medio del área basal (AB), que es el diámetro del tronco a 1.30 m de altura. Se mide el tronco principal del árbol y cada rama igual o mayor a 5 centímetros de diámetro y se suman todas ellas para calcular el valor del individuo en la unidad de muestreo.

$$Área\ basal\ (AB) = \frac{\pi}{4} DN^2$$

Abundancia: es el número de individuos expresado por unidad de área o volumen. La abundancia relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la abundancia total de todas las especies.

$$Abundancia = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ especie\ n}{Área\ muestreada}$$

Frecuencia: es el número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

$$Frecuencia = \frac{Número\ de\ ocurrencia\ de\ la\ especie\ n}{Número\ total\ de\ sitios\ muestreados}$$

Los resultados de cada atributo se multiplican por 100 para relativizarlos y después se suman. La suma de los 3 atributos siempre será 300.

$$Frecuencia\ relativa = Frecuencia\ absoluta\ x\ 100$$

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

$$Dominancia\ relativa = \ Dominancia\ absoluta\ x\ 100$$

$$Abundancia\ relativa = \ Abundancia\ absoluta\ x\ 100$$

$$IVI = \ Dominancia\ relativa\ + \ Abundancia\ relativa\ + \ Frecuencia\ relativa$$

Diversidad

Es la relación que existe entre el número de especies y de individuos de una comunidad. Los índices de diversidad incorporan, en un solo valor, a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad, es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad).

Índice de Shannon-Wiener (H’)

Este índice se representa como H’ y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5 o más.

$$H' = \ -\sum_{i=1}^{S}(Pi)(LnPi)$$

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies).

Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni/N.

Equidad de Pielou

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella *et al.,* 2012). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{Ln\ (S)}$$

Donde:

J= Equidad de Pielou.

H = Índice de diversidad de Shannon.

Ln (S)= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

En resumen, el Índice de equidad de Pielou es el resultante de la división entre el índice de Shannon-Wiener sobre el logaritmo natural (Ln) de la riqueza (S).

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

Intensidad de muestreo

Intensidad de muestreo. - Romahn y Ramírez (2010) mencionan que la intensidad o fracción de muestreo es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, y se calcula por medio de la siguiente formula:

$$IM = \frac{n}{N} * 100$$

Donde:

IM= Intensidad de muestreo en porcentaje

n= Número de la muestra

N= Número de unidades de toda la población

IV.4.2.3 Resultados

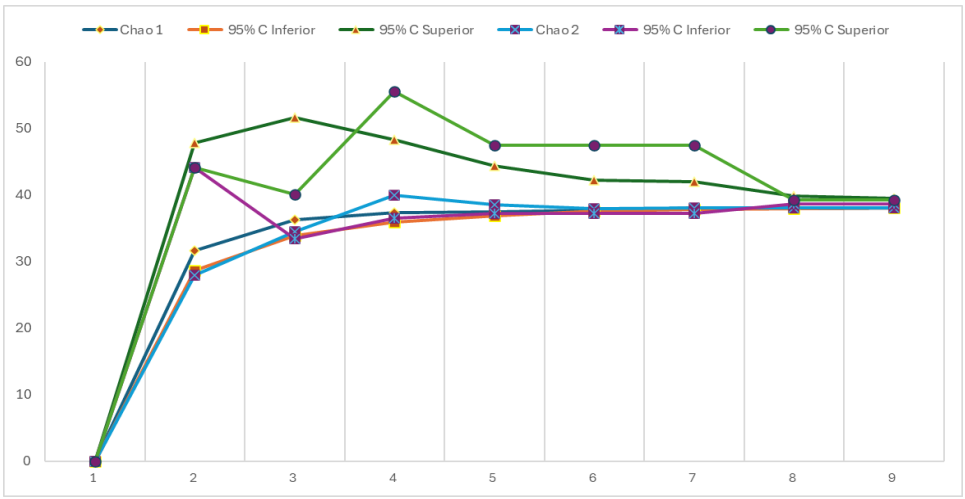
En este apartado se presentan los resultados obtenidos de los análisis estadísticos realizados, así como el listado de especies registradas por tipo de vegetación en el **SAR**, **AI** y las reportadas de manera particular en el **AP**. Asimismo, en el **Apéndice IV, Anexo IV.1. BDD de flora,** se presenta la base de datos y memoria de cálculo de los índices de diversidad, y curvas de acumulación, en formato electrónico Excel.

Curvas de acumulación

Los resultados obtenidos de las curvas de acumulación de especies reflejan que los sitios de verificación son suficientes y representativos para describir la diversidad de flora en el **AI** y **SAR** y al integrar los resultados entre ambas.

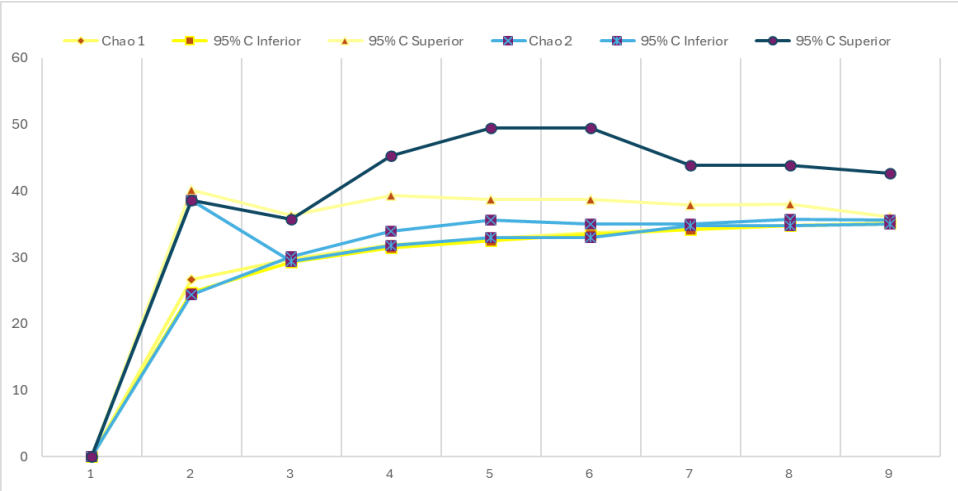
Como se puede observar en las siguientes imágenes, en el **SAR** y **AI** para la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia (Vsa/SAP) se obtuvieron índices de completitud de 95% tanto para Chao 1 como para Chao 2.

Figura IV.40. Curva de acumulación de especies para la vegetación de **Vsa/SAP** en el **SAR**.



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

Figura IV.41. Curva de acumulación de especies para la vegetación de **Vsa/SAP** en el **AI**.



Para el **AP** no se realizaron curvas de acumulación dado que únicamente se hicieron puntos de verificación para conocer las especies presentes en el **AP**, por lo que a continuación se presenta la composición florística y los índices de diversidad de la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia (Vsa/SAP) en el **SAR** y **AI,** y de manera independiente, la composición florística del **AP.**

Composición florística para Vsa/SAP del SAR y AI

Derivado del trabajo de campo, y el análisis de datos, se obtuvo que la composición florística de la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia (Vsa/SAP), presente en el **SAR** y **AI**, está compuesta por 39 especies, pertenecientes a 27 familias y 24 órdenes. De las 39 especies registradas, 35 se reportaron en el **AI** y 38 en el **SAR**.

Tabla IV.15. Listado de especies de flora registradas en el **SAR** y **AI** durante el trabajo de campo para **Vsa/SAP.**

Estrato	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución	AI	SAR
Arbóreo	Arecales	Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Cocoyul	SC		x	x
	Boraginales	Boraginaceae	*Cordia dentata*	Palo Noble	SC		x	x
	Ericales	Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	SC		x	x
	Fabales	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Nacaste	SC		x	x
			Pithecellobium lanceolatum	Conchil	SC		x	x
	Lamiales	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Apamate	SC		x	x
	Malvales	Malvaceae	*Ceiba pentandra*	Ceiba	SC			x
			Guazuma ulmifolia	Guásima	SC		x	x
			Heliocarpus donnellsmithii	Jonote blanco	SC		x	x
	Myrtales	Melastomataceae	*Miconia argentea*	Capulincillo	SC		x	x
		Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba Dulce	SC		x	x
	Rosales	Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Guarumo	SC		x	x
	Sapindales	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo Mulato	SC		x	x
		Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	Pr			x
Arbustivo	Alismatales	Araceae	*Colocasia esculenta*	Malanga	SC		x	x
	Caryophyllales	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	SC		x	x
	Fabales	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	SC		x	x

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

Estrato	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución	AI	SAR
			Senna alata	Mazorquilla	SC		x	x
			Vachellia cornigera	Cornezuelo	SC		x	x
	Gentianales	Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo Tropical	SC			x
			Tabernaemontana alba	Cojón de Gato	SC		x	x
			Thevetia ahouai	Acotope	SC		x	x
		Rubiaceae	*Faramea occidentalis*	Huesito	SC		x	x
			Hamelia patens	Coralillo	SC		x	x
	Lamiales	Bignoniaceae	*Parmentiera aculeata*	Cuachilote	SC		x	x
	Malvales	Malvaceae	*Hampea nutricia*	Majagua	SC		x	x
			Malvaviscus arboreus	Altea	SC		x	x
	Myrtales	Melastomataceae	*Miconia albicans*	Mortiño	SC		x	x
	Piperales	Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo	SC		x	x
	Solanales	Solanaceae	*Solanum diphyllum*	Solimán	SC		x	x
	Zingiberales	Heliconiaceae	*Heliconia latispatha*	Ave del Paraiso	SC		x	x
Herbáceo	Alismatales	Araceae	*Syngonium angustatum*	Lengua de Vaca	SC		x	x
	Dioscoreales	Dioscoreaceae	*Dioscorea composita*	Barbasco	SC		x	x
	Fabales	Fabaceae	*Chamaecrista nictitans*	Guajito	SC		x	x
			Leptospron adenanthum	Poroto	SC		x	x
			Stylosanthes guianensis		SC		x	x
	Poales	Poaceae	*Cenchrus purpureus*	Pasto Taiwan	SC		x	x
			Lasiacis procerrima	Carricillo	SC		x	
	Zingiberales	Costaceae	*Costus scaber*	Caña agria	SC			x

SC: sin clasificación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr: Protección especial.

Composición florística del AP.

En cuanto a la vegetación del **AP**, del análisis de datos, se obtuvo que la composición florística, presente en el **AP**, está compuesta por 19 especies, pertenecientes a 14 familias y 13 órdenes.

Tabla IV.16. Listado de especies de flora registradas en el **AP** durante el trabajo de campo.

Estrato	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución	AP
Arbóreo	*Fabales*	*Fabaceae*	*Delonix regia*	Framboyán de Madagascar	SC	Introducida	X
			Tamarindus indica	Tamarindo Africano	SC	Introducida	X
	Gentianales	*Rubiaceae*	*Genipa americana*	Jagua	SC		X
	Lamiales	*Bignoniaceae*	*Spathodea campanulata*	Tulipán Africano	SC	Introducida	X
		Lamiaceae	*Gmelina arborea*	Melina	SC		X
	Malvales	*Bixaceae*	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa Amarilla	SC		X
		Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	Capulín	SC		X
	Sapindales	*Burseraceae*	*Bursera simaruba*	Palo Mulato	SC		X
Arbustivo	*Fabales*	*Fabaceae*	*Mimosa albida*	Dormilona Grande	SC		X
			Mimosa pigra	Zarza Negra	SC		X
	Gentianales	*Apocynaceae*	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo Tropical	SC		X
	Lamiales	*Bignoniaceae*	*Parmentiera aculeata*	Cuachilote	SC		X
	Poales		*Ananas comosus*	Piña	SC		X
Herbáceo	*Asterales*	*Asteraceae*	*Cyanthillium cinereum*	Pequeña Hierba de Hierro	SC	Introducida	X
			Melampodium divaricatum	Acahual Amarillo	SC		X
	Malvales	*Malvaceae*	*Sida cordifolia*	Escobilla China	SC		X
	Poales	*Poaceae*	*Cenchrus purpureus*	Pasto Taiwan	SC	Introducida	X
			Zoysia matrella		SC	Introducida	X
	Solanales	*Convolvulaceae*	*Distimake aegyptius*	Trompillo	SC		X

SC: sin clasificación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

[redacted]

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

IV.4.2.4 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Como se observa en las tablas anteriores, únicamente se reportó la especie *Cedrela odorata* (Cedro) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Protección especial, siendo que su presencia solo fue registrada para el **SAR.**

IV.4.2.5 Análisis de diversidad

La riqueza registrada en el **SAR** y **AI** oscila entre 12 y 14 especies para en el estrato arbóreo de vegetación de selva alta perennifolia, entre 16 y 17 especies en el estrato arbustivo y 7 especies para el estrato herbáceo.

En cuanto al Índice de Shannon, Margalef (1972) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta a valores menores de 2 como diversidad baja, de 2 a 3.5 media y superiores a 3.5 como diversidad alta.

De acuerdo a ese criterio, los resultados del presente estudio sugieren una diversidad media para la VSa/SAP en el **SAR** en los estratos arbóreo y arbustivo, y diversidad baja para el estrato herbáceo, mientras que, en el **AI**, la diversidad en todos los estratos se considera baja, pues se tienen valores por debajo de 2.

En cuanto al índice de Equidad (Pielou), los resultados sugieren que hay ciertas especies que presentan dominancia con respecto a las demás en cada tipo de vegetación, especialmente en vegetación halófila, estas serán analizadas más adelante con el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Tabla IV.17. Índices de diversidad para el estrato **arbóreo** de Vsa/SAP en el **SAR**.

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
Acrocomia aculeata	25	14	0.0548	-2.9036	-0.1592	2.29	0.87
Bursera simaruba	62		0.1360	-1.9954	-0.2713		
Cecropia obtusifolia	75		0.1645	-1.8050	-0.2969		
Cedrela odorata	8		0.0175	-4.0431	-0.0709		
Ceiba pentandra	17		0.0373	-3.2893	-0.1226		
Cordia dentata	13		0.0285	-3.5575	-0.1014		
Enterolobium cyclocarpum	19		0.0417	-3.1781	-0.1324		
Guazuma ulmifolia	94		0.2061	-1.5792	-0.3255		
Heliocarpus donnellsmithii	17		0.0373	-3.2893	-0.1226		
Manilkara zapota	12		0.0263	-3.6376	-0.0957		
Miconia argentea	6		0.0132	-4.3307	-0.0570		
Pithecellobium lanceolatum	71		0.1557	-1.8598	-0.2896		
Psidium guajava	7		0.0154	-4.1766	-0.0641		
Tabebuia rosea	30		0.0658	-2.7213	-0.1790		
	456		**1**	**H´calculada**	**2.2884**		

Tabla IV.18. Índices de diversidad para el estrato **arbóreo** de Vsa/SAP en el **AI**.

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
Acrocomia aculeata	34	12	0.0746	-2.5961	-0.1936	1.91	0.77
Bursera simaruba	55		0.1206	-2.1152	-0.2551		
Cecropia obtusifolia	80		0.1754	-1.7405	-0.3053		
Cordia dentata	13		0.0285	-3.5575	-0.1014		

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
Enterolobium cyclocarpum	19		0.0417	-3.1781	-0.1324		
Guazuma ulmifolia	76		0.1667	-1.7918	-0.2986		
Heliocarpus donnellsmithii	7		0.0154	-4.1766	-0.0641		
Manilkara zapota	3		0.0066	-5.0239	-0.0331		
Miconia argentea	4		0.0088	-4.7362	-0.0415		
Pithecellobium lanceolatum	84		0.1842	-1.6917	-0.3116		
Psidium guajava	5		0.0110	-4.5131	-0.0495		
Tabebuia rosea	17		0.0373	-3.2893	-0.1226		
	397		**1**	**H´calculada**	**1.9089**		

Tabla IV.19. Índices de diversidad para el estrato **arbustivo** de Vsa/SAP en el **SAR**.

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
Acanthocereus tetragonus	35		0.0373	-3.2884	-0.1227		
Asclepias curassavica	4		0.0043	-5.4575	-0.0233		
Bauhinia divaricata	133		0.1418	-1.9534	-0.2770		
Colocasia esculenta	16		0.0171	-4.0712	-0.0694		
Faramea occidentalis	47		0.0501	-2.9936	-0.1500		
Hamelia patens	24		0.0256	-3.6657	-0.0938		
Hampea nutricia	7		0.0075	-4.8978	-0.0366		
Heliconia latispatha	42		0.0448	-3.1061	-0.1391		
Malvaviscus arboreus	350	17	0.3731	-0.9858	-0.3678	2.13	0.75
Miconia albicans	4		0.0043	-5.4575	-0.0233		
Parmentiera aculeata	40		0.0426	-3.1549	-0.1345		
Piper amalago	14		0.0149	-4.2047	-0.0628		
Senna alata	11		0.0117	-4.4459	-0.0521		
Solanum diphyllum	16		0.0171	-4.0712	-0.0694		
Tabernaemontana alba	94		0.1002	-2.3005	-0.2305		
Thevetia ahouai	13		0.0139	-4.2788	-0.0593		
Vachellia cornigera	88		0.0938	-2.3664	-0.2220		
	98		**1**	**H´calculada**	**2.1336**		

Tabla IV.20. Índices de diversidad para el estrato **arbustivo** de Vsa/SAP en el **AI**.

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
Acanthocereus tetragonus	35		0.0373	-3.2884	-0.1227		
Bauhinia divaricata	106		0.1130	-2.1803	-0.2464		
Colocasia esculenta	12		0.0128	-4.3588	-0.0558		
Faramea occidentalis	37		0.0394	-3.2328	-0.1275		
Hamelia patens	26		0.0277	-3.5857	-0.0994		
Hampea nutricia	6		0.0064	-5.0520	-0.0323		
Heliconia latispatha	11		0.0117	-4.4459	-0.0521		
Malvaviscus arboreus	333	16	0.3550	-1.0356	-0.3677	1.92	0.69
Miconia albicans	7		0.0075	-4.8978	-0.0366		
Parmentiera aculeata	37		0.0394	-3.2328	-0.1275		
Piper amalago	13		0.0139	-4.2788	-0.0593		
Senna alata	8		0.0085	-4.7643	-0.0406		
Solanum diphyllum	14		0.0149	-4.2047	-0.0628		
Tabernaemontana alba	84		0.0896	-2.4129	-0.2161		
Thevetia ahouai	10		0.0107	-4.5412	-0.0484		
Vachellia cornigera	91		0.0970	-2.3329	-0.2263		
	830		**1**	**H´calculada**	**1.9215**		

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Tabla IV.21. Índices de diversidad para el estrato **herbáceo** de Vsa/SAP en el **SAR**.

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
Chamaecrista nictitans	4		0.0299	-3.5115	-0.1048		
Costus scaber	4		0.0299	-3.5115	-0.1048		
Dioscorea composita	7		0.0522	-2.9519	-0.1542		
Lasiacis procerrima	18	7	0.1343	-2.0075	-0.2697	0.99	0.51
Leptospron adenanthum	2		0.0149	-4.2047	-0.0628		
Stylosanthes guianensis	2		0.0149	-4.2047	-0.0628		
Syngonium angustatum	97		0.7239	-0.3231	-0.2339		
	134		**1**	**H´calculada**	**0.9929**		

Tabla IV.22. Índices de diversidad para el estrato **herbáceo** de Vsa/SAP en el **AI**.

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
Cenchrus purpureus	3		0.0224	-3.7992	-0.0851		
Chamaecrista nictitans	2		0.0149	-4.2047	-0.0628		
Dioscorea composita	11		0.0821	-2.4999	-0.2052		
Lasiacis procerrima	10	7	0.0746	-2.5953	-0.1937	1.02	0.53
Leptospron adenanthum	8		0.0597	-2.8184	-0.1683		
Stylosanthes guianensis	1		0.0075	-4.8978	-0.0366		
Syngonium angustatum	89		0.6642	-0.4092	-0.2718		
	124		**1**	**H´calculada**	**1.0233**		

IV.4.2.6 Índice de valor de importancia IVI

Vegetación secundaria arbustiva de Selva Alta Perennifolia

Estrato arbóreo

El **IVI** obtenido para el estrato arbóreo de Vsa/SAP indica que la especie dominante es *Guazuma ulmifolia* con un **IVI** de 17.86 para el **SAR** y 17.06 para el **AI**, lo cual se atribuye especialmente por su alta adaptabilidad, tanto a sitios áridos como a zonas húmedas., es una especie secundaria, puede presentarse como especie importante de etapas secundarias muy avanzadas de selvas, dando la impresión de ser elemento primario. Abundante y característica de sitios perturbados.

Tabla IV.23. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de **Vsa/SAP** del **SAR.**

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Acrocomia aculeata	155	5.48	1177.91	7.16	6	7.0	6.54
Bursera simaruba	385	13.60	2621.70	15.94	8	9.3	12.95
Cecropia obtusifolia	466	16.45	2300.41	13.99	8	9.3	13.25
Cedrela odorata	50	1.75	591.06	3.59	4	4.7	3.33
Ceiba pentandra	106	3.73	752.97	4.58	8	9.3	5.87
Cordia dentata	81	2.85	589.68	3.59	5	5.8	4.08
Enterolobium cyclocarpum	118	4.17	993.31	6.04	6	7.0	5.73
Guazuma ulmifolia	**584**	**20.61**	**3890.13**	**23.66**	**8**	**9.3**	**17.86**
Heliocarpus donnellsmithii	106	3.73	221.05	1.34	5	5.8	3.63
Manilkara zapota	75	2.63	852.69	5.19	5	5.8	4.54
Miconia argentea	37	1.32	338.13	2.06	3	3.5	2.29

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

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Pithecellobium lanceolatum	441	15.57	1476.47	8.98	8	9.3	11.28
Psidium guajava	44	1.54	164.21	1.00	4	4.7	2.39
Tabebuia rosea	187	6.58	474.32	2.88	8	9.3	6.26
Total	**2,835**	**100**	**16,444**	**100**	**86**	**100**	**100**

Tabla IV.24. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de **Vsa/SAP** del **AI.**

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Acrocomia aculeata	211	8.56	1399.50	11.01	7	10.0	9.86
Bursera simaruba	342	13.85	2419.48	19.04	8	11.4	14.77
Cecropia obtusifolia	497	20.15	2192.31	17.25	8	11.4	16.28
Cordia dentata	81	3.27	548.70	4.32	4	5.7	4.44
Enterolobium cyclocarpum	118	4.79	854.93	6.73	8	11.4	7.65
Guazuma ulmifolia	**472**	**19.14**	**2618.99**	**20.61**	**8**	**11.4**	**17.06**
Heliocarpus donnellsmithii	44	1.76	79.64	0.63	4	5.7	2.70
Manilkara zapota	19	0.76	187.70	1.48	2	2.9	1.70
Miconia argentea	25	1.01	301.51	2.37	2	2.9	2.08
Pithecellobium lanceolatum	522	21.16	1723.84	13.57	8	11.4	15.38
Psidium guajava	31	1.26	103.86	0.82	3	4.3	2.12
Tabebuia rosea	106	4.28	276.32	2.17	8	11.4	5.96
Total	**2,468**	**100**	**12,707**	**100**	**70**	**100**	**100**

Estrato arbustivo

El **IVI** obtenido para el estrato arbustivo de Vsa/SAP en el **SAR** y **AI** indica que la especie dominante *Malvaviscus arboreus* con un IVI de 21.64 en el **SAR** y de 24.46 para el **AI**, lo que infiere que se trata de especies con fácil distribución y adaptabilidad.

Tabla IV.25. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de **Vsa/SAP** del **SAR.**

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Acanthocereus tetragonus	218	3.73	0.03	0.00	8	7.02	3.58
Asclepias curassavica	25	0.43	4.77	0.10	3	2.63	1.05
Bauhinia divaricata	827	14.18	638.36	13.24	8	7.02	11.48
Colocasia esculenta	99	1.71	95.41	1.98	7	6.14	3.28
Faramea occidentalis	292	5.01	310.59	6.44	8	7.02	6.16
Hamelia patens	149	2.56	115.75	2.40	8	7.02	3.99
Hampea nutricia	44	0.75	45.12	0.94	5	4.39	2.02
Heliconia latispatha	261	4.48	241.83	5.02	8	7.02	5.50
Malvaviscus arboreus	**2,176**	**37.31**	**993.09**	**20.60**	**8**	**7.02**	**21.64**
Miconia albicans	25	0.43	11.71	0.24	3	2.63	1.10
Parmentiera aculeata	249	4.26	422.71	8.77	8	7.02	6.68
Piper amalago	87	1.49	85.64	1.78	5	4.39	2.55
Senna alata	68	1.17	76.71	1.59	4	3.51	2.09
Solanum diphyllum	99	1.71	16.80	0.35	8	7.02	3.02
Tabernaemontana alba	584	10.02	1,182.91	24.54	8	7.02	13.86
Thevetia ahouai	81	1.39	86.38	1.79	7	6.14	3.11
Vachellia cornigera	547	9.38	492.58	10.22	8	7.02	8.87
Total	**5,832**	**100**	**4,820.39**	**100**	**114**	**100**	**100**

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

Tabla IV.26. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de **Vsa/SAP** del **AI.**

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Acanthocereus tetragonus	218	4.22	0.03	0.00	8	8.42	4.21
Bauhinia divaricata	659	12.77	491.85	11.86	8	8.42	11.02
Colocasia esculenta	75	1.45	79.25	1.91	7	7.37	3.57
Faramea occidentalis	230	4.46	229.00	5.52	8	8.42	6.13
Hamelia patens	162	3.13	122.30	2.95	8	8.42	4.83
Hampea nutricia	37	0.72	37.79	0.91	3	3.16	1.60
Heliconia latispatha	68	1.33	47.77	1.15	2	2.11	1.53
Malvaviscus arboreus	**2,070**	**40.12**	**1,029.71**	**24.83**	**8**	**8.42**	**24.46**
Miconia albicans	44	0.84	22.20	0.54	4	4.21	1.86
Parmentiera aculeata	230	4.46	374.56	9.03	8	8.42	7.30
Piper amalago	81	1.57	90.87	2.19	4	4.21	2.66
Senna alata	50	0.96	51.03	1.23	3	3.16	1.78
Solanum diphyllum	87	1.69	16.06	0.39	4	4.21	2.09
Tabernaemontana alba	522	10.12	936.14	22.57	8	8.42	13.70
Thevetia ahouai	62	1.20	67.43	1.63	4	4.21	2.35
Vachellia cornigera	566	10.96	551.45	13.30	8	8.42	10.89
Total	**5,160**	**100**	**4,147.43**	**100**	**95**	**100**	**100**

Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo, la especie con mayor valor de importancia fue *Syngonium angustatum* con un IVI de 54.88 para el **SAR** y 55.65 para el **AI**. Los valores de IVI tan altos con relación a las otras especies, se debe a que es una de las plantas comestible y artesanal más importantes de México. Lo anterior es de esperase debido a las condiciones del sitio, y a las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona, como la agricultura.

Tabla IV.27. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de **Vsa/SAP** del **SAR.**

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Chamaecrista nictitans	5,000	2.99	358.73	4.39	2	7.14	4.84
Costus scaber	5,000	2.99	179.95	2.20	3	10.71	5.30
Dioscorea composita	8,750	5.22	495.88	6.07	5	17.86	9.72
Lasiacis procerrima	22,500	13.43	1,726.31	21.13	7	25.00	19.86
Leptospron adenanthum	2,500	1.49	90.81	1.11	1	3.57	2.06
Stylosanthes guianensis	2,500	1.49	116.44	1.43	2	7.14	3.35
Syngonium angustatum	**121,250**	**72.39**	**5,200.82**	**63.67**	**8**	**28.57**	**54.88**
Total	**167,500**	**100**	**8,168.95**	**100**	**28**	**100**	**100**

Tabla IV.28. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de **Vsa/SAP** del **AI.**

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Cenchrus purpureus	3,750	2.42	101.51	1.38	1	3.70	2.50
Chamaecrista nictitans	2,500	1.61	139.11	1.89	1	3.70	2.40
Dioscorea composita	13,750	8.87	521.51	7.09	4	14.81	10.26
Lasiacis procerrima	12,500	8.06	1,211.87	16.47	6	22.22	15.58
Leptospron adenanthum	10,000	6.45	528.67	7.18	6	22.22	11.95
Stylosanthes guianensis	1,250	0.81	31.81	0.43	1	3.70	1.65

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

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Syngonium angustatum	111,250	71.77	4,824.52	65.56	8	29.63	55.65
Total	155,000	100	7,359.00	100	27	100	100

IV.4.3 Fauna.

Existen varios métodos para estudiar la fauna silvestre, los cuales se basan en dos tipos de datos que se obtienen en el campo: datos directos y los datos indirectos.

Los datos directos, se refieren a un contacto activo con el animal (visual o auditivo), mostrando una evidencia de la presencia del individuo en ese lugar y en ese momento (Painter et al., 1999, citado por Hernández et al., 2008).

Los datos indirectos se basan en la conjetura de que todos los animales en especial los grandes vertebrados, dejan evidencias en el medio natural de su presencia y sus actividades tales como: excrementos, huellas, restos de pelo o mudas, nidos o madrigueras, de su actividad alimentaria, alteraciones de la vegetación, senderos, cruces y otros (Aranda, 2000; Painter et al., 1999 en Hernández et al., 2008). Estas señales indican que una determinada especie ha estado en ese lugar, aunque físicamente no esté presente.

Diferentes autores proponen usar ambas metodologías (los datos directos e indirectos), ya que estos cuando se complementan son más eficaces en determinar la presencia de animales en un área a estudiar. Para el estudio de la fauna presente en el predio, se realizó la metodología de evaluación ecológica rápida, adaptada a grupos focales. Es decir, una metodología diferente para cada grupo faunístico tomando en cuenta los diferentes tipos de hábitats, las conductas y formas de vida.

IV.4.3.1 Metodología para la caracterización de la fauna dentro del SAR, AI y AP.

a) Trabajo de campo

El trabajo de campo se llevó a cabo mediante el establecimiento de 12 transectos de 30 m de ancho cada uno y una longitud promedio de 3 km, en las tres áreas del proyecto. El trabajo de campo se realizó observación directa e indirecta, durante los meses de noviembre y diciembre de 2023.

De los recorridos realizados, se obtuvieron datos como:

- las coordenadas XY del sitio donde se observó el individuo,
- la Clase a la que pertenecen,
- el Orden,
- Familia,
- Género,
- Especie,
- Nombre común,
- estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la UICN,
- el número de individuos registrados y

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

- la forma en que estos fueron registrados, de manera directa o indirecta.

Con la información anterior se conformó la base de datos que se encuentra en el **Anexo IV.2. BDD de Fauna.**

En cada uno de los sitios se aplicó la metodología para buscar, registrar e identificar anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Así mismo, en cada punto de conteo y transecto, se ratificó el tipo de vegetación y su ubicación, para lo cual se utilizó un GPS (Garmin, 60CSx) que permitió capturar las coordenadas en UTM.

Se consideraron las características del **AP**, los tipos de vegetación y usos de suelo, buscando en todo momento la representatividad de los ecosistemas existentes y que los resultados obtenidos fuesen representativos.

Ahora bien, para cada uno de los grupos taxonómicos se utilizó un método específico, considerando la biología y etología de cada grupo, a continuación, se describe cada una de ellas.

Anfibios y reptiles

El muestreo se realizó en todos los transectos propuestos dentro del polígono establecido. Se realizó la captura directa de ejemplares, recorriendo los transectos. Para el caso de especies con actividad diurna, la búsqueda se llevó a cabo de 09:00 a 13:00 hrs y de 14:00 a 18:00 hrs, removiendo piedras, troncos de árboles caídos, revisando todos aquellos sitios que pudieran fungir como refugios de ejemplares; para especies con actividad nocturna (anfibios), la colecta se realizó de las 19:00 a las 23:00 hrs (Vite-Silva, et al., 2010).

El manejo de los organismos hallados en campo fue de forma manual para anfibios, lagartijas y serpientes no venenosas, ya que se sostienen de la cabeza y miembros anteriores para no dañar al organismo y poder realizar la identificación; para serpientes venenosas se utilizó un gancho herpetológico inmovilizando la cabeza para su manipulación segura (Casas-Andreu, et al., 1991).

Los ejemplares capturados fueron identificados in situ y se registraron sus datos morfométricos en un formato de campo, junto con los datos de fecha, hora, número de captura, nombre de la especie, tipo de vegetación y de microhábitat donde fue encontrado el individuo, así como la actividad que realizaba en el momento de ser capturados. Antes de ser liberados los individuos y después de su identificación, se registraron las coordenadas de ubicación con un GPS y el individuo fue fotografiado con una cámara réflex, con la finalidad de poder elaborar un archivo fotográfico de las especies.

Para la identificación de las especies se utilizó la “Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México” (Flores, et al., 1995), los organismos se identificaron a nivel de especie, para posteriormente ser liberados en el mismo sitio donde se les capturó.

Aves

El muestreo se realizó, en los transectos propuestos. Se realizó un levantamiento fotográfico de las especies de aves diurnas avistadas. Para obtener la información de la valoración de riqueza, abundancia y diversidad se empleó el método de censo en puntos de radio fijo de 25 metros (Hutto, et al., 1986). Este método fue escogido ya que presenta resolución fina para cuantificar la abundancia y diversidad de aves tanto residentes como migratorias. También permite realizar comparaciones entre diferentes hábitats y

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

correlacionar los resultados de la diversidad (Moore, et al., 2005). Además, este método tiene el mayor espectro de observación de aves, tanto en el plano vertical como horizontal (Ugalde-Lezama, et al., 2009).

El método consistió en visitar los transectos en las horas de mayor actividad de las aves (entre las 8:30 a 16:30 h) y realizar observaciones en dirección a cada punto cardinal por cinco minutos, el tiempo de observación total por punto fue de 20 minutos. El registro de los individuos durante el conteo se realizó con una cámara Canon Rebel T3 y un teleobjetivo de 75-300 mm de alta definición.

De forma adicional, durante los traslados entre cada punto, se buscaron rastros, como plumas, con la finalidad de complementar la búsqueda y registro de especies. Las especies observadas y los rastros encontrados fueron identificados con ayuda de las guías de campo de Ber Van Perlo (2006), Howell & Webb (2005) y Scott and McFarland (2010).

Para la elaboración de las listas de especies se siguió el arreglo taxonómico de la American Ornithologists' Union (AOS, 2023), en cuanto a orden, familia, género y especie, actualizado a la fecha con los suplementos. A cada especie se le asignó el nombre común en español de acuerdo con el Catálogo de autoridad taxonómica de la avifauna de México (Navarro & Gordillo, 2006).

Mamíferos terrestres

Como en el caso de los otros grupos, el muestreo de mamíferos se llevó a cabo en los transectos establecidos. Se aplicaron metodologías para mamíferos terrestres.

Se utilizaron métodos directos e indirectos, tal como se detalla a continuación:

Trampas Sherman de captura viva (para mamíferos pequeños): Se colocó una línea de 10 trampas Sherman por punto de muestreo, separadas 10 metros entre trampa y trampa. Las trampas fueron cebadas con avena en hojuela humedecida con vainilla, ya que este aroma funciona como atrayente y la avena proporciona alimento a los individuos capturados hasta el momento que son liberados para evitar su muerte.

Las trampas Sherman, fueron colocadas al atardecer (entre 5:30 y 7:00 PM) y recogidas en la mañana (de 7:00 a 9:00 AM), a razón de que los mamíferos terrestres tienen rangos de actividad cortos de día, y la mayoría son de hábitos nocturnos y crepusculares.

El método de captura viva con trampas Sherman es no invasivo y permite obtener vivo al organismo para su correcta identificación. Su eficiencia de captura es alta para medir riquezas y abundancia de especies (dos Santos-Filho, et al., 2006).

Los mamíferos capturados fueron extraídos en bolsas de manta para su manipulación e identificación. La identificación taxonómica de los ejemplares colectados se realizó in situ tomando sus medidas somáticas y con ayuda de la clave para la identificación de "Los Mamíferos de México" (Villa & Cervantes, 2003), después de ser identificadas las especies, los ejemplares fueron fotografiados y liberados.

Cámaras-trampa (Fototrampeo): se colocaron dos cámaras-trampa al atardecer en el **AP**. Se colocaron a una altura de 60 cm del nivel del suelo en árboles, para lo cual, el área de proyección fue limpiada, con el fin de evitar que el movimiento de las herbáceas, ramas u hojas pudieran activar los sensores de movimiento. Además, el objetivo fue orientado en dirección sur, para poder evitar que la salida o puesta del sol llegue a activar el sensor foto-sensible. Frente a cada cámara se colocó a una distancia de 10 m del lente, un cebo

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

de doble propósito, el cual consistió en avena de hojuela remojada en vainilla para atraer mamíferos omnívoros o herbívoros y sardina para los mamíferos carnívoros u omnívoros.

Cada cámara-trampa, antes de ser colocada, fue configurada para que por cada evento de movimiento o calor detectado tomará una fotografía a intervalos de 10 segundos, al igual que registrara en cada toma la fecha, hora y temperatura. Las trampas se recogieron en la mañana para extraer la información.

El uso de cámaras-trampa para el estudio de mamíferos grandes y medianos es una herramienta confiable y no invasiva (Monroy-Vilchis, et al., 2011), ya que proveen ciertas ventajas en comparación con otros métodos, como el trampeo directo, debido a que se pueden estudiar especies con bajas densidades y difíciles de capturar (Heilbrun, et al., 2006). Además de la abundancia, este método también da estimados más precisos de la riqueza, diversidad, variación espacio temporal y patrones de actividad de las especies. Otra ventaja está dada por la identificación exacta de la mayoría de los organismos (Karanth, et al., 2004), aunado a que es posible obtener registros de especies con la mínima perturbación al no capturar a los organismos y los muestreos pueden cubrir extensas áreas con un minino esfuerzo personal (Botello, et al., 2007). Las imágenes que se obtuvieron fueron identificadas mediante la comparación con fotos de la Colección de Foto Colectas Biológicas del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Identificación de rastros y huellas: Se recorrieron los transectos con la finalidad de detectar huellas, excretas y otros rastros (esqueletos, desecho de la alimentación de mamíferos) para la identificación indirecta de individuos durante un lapso de 6 horas por día por transecto. Esta técnica permite detectar y determinar la presencia de algunas especies, así como inferir el uso del hábitat y alimentación (Aranda, 2012; Painter, et al., 1999). Las huellas y excretas registradas se identificaron con la ayuda de las guías: "Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México" (Aranda, 2012) y "Mammals Tracks and Sign" (Elbroch, 2003). Los indicios localizados fueron georreferenciados y fotografiados.

Una vez que se registraron e identificaron las especies de mamíferos, se elaboraron los listados de especies de acuerdo con la nomenclatura taxonómica, siguiendo el arreglo de "Mammals species of the world" (Wilson & Reeder, 2005), en cuanto a orden, familia, género y especie; así mismo, se asignó el nombre común de acuerdo con CONABIO.

b) Análisis de datos del trabajo de campo

Con los datos obtenidos en campo de los recorridos de transectos en puntos se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

Riqueza de especies. Medida únicamente como el número de especies en el sitio y se define con la letra S.

Índice de Shannon. Mide el grado promedio de entropía o incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra, de manera que para la interpretación biológica del índice se dice que, a mayor incertidumbre, mayor diversidad biológica y a valores menores de incertidumbre, la diversidad es menor, aunque es uno de los índices más usados es muy sensible al tamaño de muestra (Marrugan, 2004; Moreno, et al., 2011).

$$H' = -\sum pi * \ln(pi)$$

Dónde:

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

p_i = abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Ln = Logaritmo natural de la abundancia proporcional p_i

Índice de Simpson. Este índice mide la probabilidad de seleccionar aleatoriamente dos organismos que pertenezcan a la misma especie (Magurran, 2004).

$$\lambda = \sum pi^2$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Exponencial de Shannon. Para una conversión sencilla de este índice en números efectivos, se convierte fácilmente al expresar el valor obtenido por el índice tradicional de Shannon utilizando logaritmo natural en el exponencial (exp) (Jost, 2006; Moreno *et al*., 2011) y todas las especies son incluidas considerando su abundancia proporcional (^1D)

$^1D=exp\ (H')$

El inverso de Simpson. Para una conversión sencilla de este índice en números efectivos, se convierte al expresar el valor obtenido en el índice de Simpson, en su inverso. Es un índice que considera o es más sensible a las especies comunes (^2D):

^2D =1-Lambda o $^2D=1-\lambda$

Para utilizar el número efectivo de especies, se añade la magnitud de cambio en la diversidad al momento de comparar las secciones de estudio, esta magnitud de cambio se realiza siguiendo la propuesta de Moreno *et al*., (2011) donde, además de comparar estadísticamente la diversidad por medio de intervalos de confianza se compara directamente qué tan diferente es la diversidad entre comunidades de la siguiente manera: si una comunidad A tiene una diversidad D_A mayor que la diversidad D_B de la comunidad B, entonces la comunidad A tendrá D_A/D_B veces más diversidad que la comunidad B. Otra manera de expresar la diferencia en la magnitud de la diversidad es a través de una proporción, si la comunidad A tiene una diversidad D_A mayor que la diversidad D_B de la comunidad B, entonces la comunidad B tendrá solamente un porcentaje (DB × 100) /DA de la diversidad que tiene la comunidad A.

Curvas de acumulación de especies

Para evaluar la eficiencia del muestreo, así como estimar la riqueza de especies presentes en el **AP**, el **AI** y el **SAR**, fue efectuada una función exponencial de acumulación de especies con el programa EstimateS ver. 9.1.0 (Colwell, 2016). Esta función utiliza varios estimadores no paramétricos; dos se basaron en la Abundancia (ACE y Chao 1) y cinco se basan en Ausencia-Presencia (ICE, Jack 1, Jack 2, Bootstrap y Chao 2). Para el caso del presente estudio, únicamente se utilizaron los estimadores Chao 1 y Bootstrap, los cuales se describen a continuación.

Chao 1

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

Se ha llamado Chao1 al estimador de Chao basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera.

Como sabemos, hay muchas especies que solo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos. El estimador de Chao1 se basa en la presencia de las primeras. Es decir, requerimos saber cuántas especies están representadas por sólo un individuo en la muestra (*singletons*), y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (*doubletons*):

$$Sest = S_{obs} + \frac{F2}{2G}$$

Donde:

S es el número de clases (en este caso, número de especies) que deseamos conocer, S obs es el número de especies observado en una muestra, F es el número de *singletons* y G es el número de *doubletons*.

En EstimateS se ha integrado además una fórmula corregida para este modelo, la cual se aplica cuando el número de *doubletons* es cero:

$$S_{est} = S_{obs} + \left[\left(\frac{F2}{2G+1}\right) - \left(\frac{FG}{2(G+1)}\right)^2\right]$$

IV.4.3.2 Resultados

Se hicieron 24 transectos para la búsqueda y registro de especies de fauna, 8 para el **SAR**, 8 para el **AI** y 8 para el **AP**. Las coordenadas de cada uno de los transectos se presentan en el **Apéndice IV, Anexo IV.2. BDD de Fauna.**

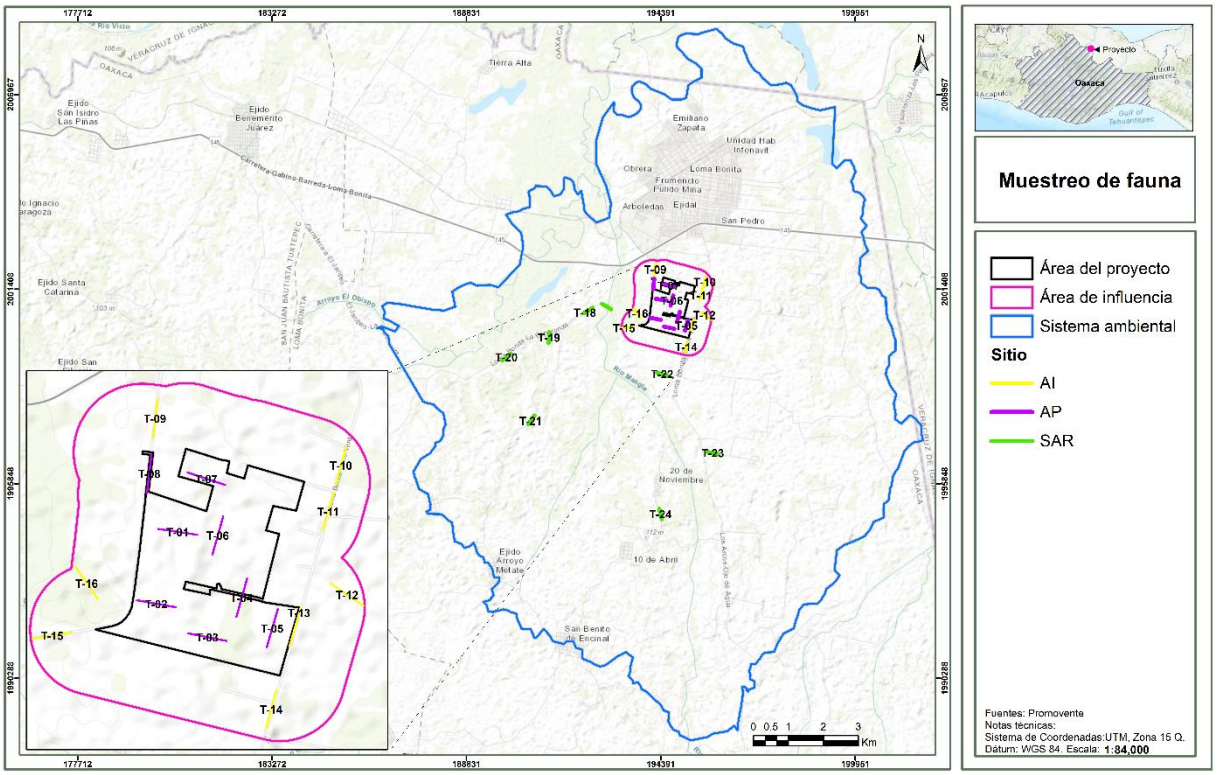
Tabla IV.29. Coordenadas de los transectos por área muestreada.

Transecto	X	Y	Vértice	Transecto	X	Y	Vértice
Transecto 01	194,256.00	2,001,132.00	Inicio	Transecto 13	195,342.00	2,000,532.00	Inicio
Transecto 01	194,553.00	2,001,087.00	Final	Transecto 13	195,259.00	2,000,243.00	Final
Transecto 02	194,093.00	2,000,588.00	Inicio	Transecto 14	195,157.00	1,999,902.00	Inicio
Transecto 02	194,388.00	2,000,535.00	Final	Transecto 14	195,079.00	1,999,613.00	Final
Transecto 03	194,483.00	2,000,336.00	Inicio	Transecto 15	193,300.00	2,000,295.00	Inicio
Transecto 03	194,778.00	2,000,278.00	Final	Transecto 15	193,595.00	2,000,344.00	Final
Transecto 04	194,853.00	2,000,463.00	Inicio	Transecto 16	193,626.00	2,000,842.00	Inicio
Transecto 04	194,933.00	2,000,753.00	Final	Transecto 16	193,796.00	2,000,595.00	Final
Transecto 05	195,084.00	2,000,231.00	Inicio	Transecto 17	192,969.00	2,000,838.00	Inicio
Transecto 05	195,168.00	2,000,520.00	Final	Transecto 17	192,709.00	2,000,986.00	Final
Transecto 06	194,669.00	2,000,939.00	Inicio	Transecto 18	192,443.00	2,000,875.00	Inicio
Transecto 06	194,751.00	2,001,228.00	Final	Transecto 18	192,187.00	2,000,717.00	Final
Transecto 07	194,481.00	2,001,562.00	Inicio	Transecto 19	191,206.00	2,000,177.00	Inicio
Transecto 07	194,766.00	2,001,468.00	Final	Transecto 19	191,181.00	1,999,878.00	Final
Transecto 08	194,205.00	2,001,703.00	Inicio	Transecto 20	189,861.00	1,999,375.00	Inicio
Transecto 08	194,170.00	2,001,405.00	Final	Transecto 20	190,101.00	1,999,555.00	Final
Transecto 09	194,214.00	2,001,825.00	Inicio	Transecto 21	190,779.00	1,997,799.00	Inicio
Transecto 09	194,251.00	2,002,123.00	Final	Transecto 21	190,603.00	1,997,555.00	Final

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

Transecto	X	Y	Vértice	Transecto	X	Y	Vértice
Transecto 10	195,690.00	2,001,762.00	Inicio	Transecto 22	194,576.00	1,998,947.00	Inicio
Transecto 10	195,610.00	2,001,472.00	Final	Transecto 22	194,284.00	1,999,014.00	Final
Transecto 11	195,593.00	2,001,410.00	Inicio	Transecto 23	195,735.00	1,996,752.00	Inicio
Transecto 11	195,510.00	2,001,121.00	Final	Transecto 23	196,031.00	1,996,702.00	Final
Transecto 12	195,573.00	2,000,715.00	Inicio	Transecto 24	194,349.00	1,995,126.00	Inicio
Transecto 12	195,821.00	2,000,546.00	Final	Transecto 24	194,420.00	1,994,835.00	Final

Figura IV.42. Representación gráfica de la ubicación de los transectos dentro del **SAR**, **AI** y **AP**.



En el **Apéndice IV, Anexo IV.3. Memoria fotográfica flora y fauna,** se presentan imágenes de los individuos de fauna registrados durante el muestreo.

IV.4.3.3 Análisis de diversidad

Riqueza

El trabajo de campo arrojó como resultado un total de 42 especies de fauna, distribuidas en 3 grupos faunísticos, 15 órdenes y 24 familias, teniendo que el grupo de las aves presento el mayor número de especies con 35 registros, seguido del grupo de los mamíferos con 4 especies y finalmente, el grupo de los réptiles con 3 especies.

Tabla IV.30. Número de especies registrado por grupo faunístico y área muestreada.

Clase	Número	Porcentaje
Reptiles	3	7.14%
Mamíferos	4	9.52%

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Clase	Número	Porcentaje
Aves	35	83.33%
Total	**42**	100.00%

Del total de especies registradas, dentro del **SAR** se registraron 35 especies, el **AI** 27 especies y en el **AP** 24 especies. A continuación, se presenta el listado de especies reportadas para el **SAR**, **AI** y **AP**.

Tabla IV.31. Listado de especies registradas por grupo faunístico y área muestreada.

Clase	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Registro		
							SAR	AI	AP
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Geranospiza*	*Geranospiza caerulescens*	Gavilán zancón	A	X		X
			Rupornis	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera		X		
	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes*	*Cathartes aura*	Zopilote aura		X		
			Coragyps	*Coragyps atratus*	Zopilote común		X	X	X
	Charadriiformes	Burhinidae	*Hesperoburhinus*	*Hesperoburhinus bistriatus*	Alcaraván		X	X	
	Columbiformes	Columbidae	*Columbina*	*Columbina inca*	Tortolita cola larga		X	X	X
			Columbina	*Columbina talpacoti*	Tortolita canela		X		
			Zenaida	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		X	X	X
	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga*	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		X	X	X
			Piaya	*Piaya cayana*	Cuclillo			X	
	Falconiformes	Falconidae	*Falco*	*Falco sparverius*	Cernícalo		X		
			Herpetotheres	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco		X		
	Passeriformes	Corvidae	*Psilorhinus*	*Psilorhinus morio*	Chara pea		X	X	X
		Hirundinidae	*Hirundo*	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta		X	X	X
		Icteridae	*Dives*	*Dives dives*	Tordo cantor		X	X	
			Icterus	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor		X		
			Quiscalus	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		X	X	
			Sturnella	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile		X	X	X
		Parulidae	*Setophaga*	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado		X		
			Setophaga	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla				X
		Polioptilidae	*Polioptila*	*Polioptila caerulea*	Perlita		X	X	
		Thraupidae	*Thraupis*	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgrís		X		X
			Volatinia	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador		X		
		Turdidae	*Turdus*	*Turdus grayi*	Mirlo café		X	X	X
		Tyrannidae	*Pitangus*	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo		X	X	X
			Pyrocephalus	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito			X	
			Tyrannus	*Tyrannus forficatus*	Tirano tijereta rosado		X		X
			Tyrannus	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí		X	X	X
	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea*	*Ardea alba*	Garza blanca		X	X	
			Bubulcus	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera		X	X	X
		Threskiornithidae	*Plegadis*	*Plegadis chihi*	Ibis			X	X
	Piciformes	Picidae	*Dryobates*	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano			X	

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

Clase	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Registro		
							SAR	AI	AP
			Melanerpes	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		X	X	
		Ramphastidae	*Pteroglossus*	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	Pr			X
	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona*	*Amazona autumnalis*	Loro cachetes amarillos	A		X	X
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	*Nasua*	*Nasua narica*	Coatí		X	X	X
	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus*	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo		X		
	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus*	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano		X	X	X
	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus*	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo		X	X	X
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura*	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa	Pr	X	X	X
			Iguana	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	X		X
		Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa		X	X	X
3	**15**	**24**		**42**		**5**	**35**	**27**	**24**

SC: sin clasificación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: Amenazada. Pr: Protección especial.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las 42 especies de fauna reportadas para las tres áreas del proyecto, **SAR**, **AI** y **AP**, únicamente 5 se encuentran bajo alguna categoría de protección, de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT 2010** y la Modificación al Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019 de esta misma norma.

Tabla IV.32. Lista de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clase	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Registro		
						SAR	AI	AP
Aves	Accipitridae	*Geranospiza*	*Geranospiza caerulescens*	Gavilán zancón	A	X		X
	Psittacidae	*Amazona*	*Amazona autumnalis*	Loro cachetes amarillos	A		X	X
	Ramphastidae	*Pteroglossus*	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	Pr			X
Reptilia	Iguanidae	*Ctenosaura*	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de cola espinosa	Pr	X	X	X
		Iguana	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	X		X

De las especies bajo protección, para el grupo de las Aves, se tiene a *Geranospiza caerulescens* (Gavilán zancón) y *Amazona autumnalis* (Loro cachetes amarillos) ambas se catalogan como Amenazadas. Así mismo, en este grupo se registró la especie *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo collarejo) la cual se encuentra bajo protección especial.

De igual forma, el grupo de los Reptiles registró dos especies en protección, estas corresponden a *Ctenosaura acanthura* (Iguana de cola espinosa) e *Iguana iguana* (iguana verde) ambas bajo Protección especial.

Las 5 especies registradas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se encontraron dentro del **AP**, no obstante, es importante mencionar que, en el caso de las especies de Aves, estas se observaron de manera indirecta en los transectos, mientras que los individuos de los reptiles, se registraron de manera directa, dentro de los transectos establecidos.

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

Ahora bien, en cuanto al grupo de las aves, se infiere que estas presentan un rápido desplazamiento, por lo que se verían menos afectadas por el desarrollo del **Proyecto**, dado que serán ahuyentadas por la presencia humana y el uso de maquinaría al iniciar las actividades de preparación del sitio y la construcción. Mientras que, las especies más sensibles serían reptiles, debido a su reducida capacidad de movilidad y desplazamiento, sin embargo, se ha previsto aplicar actividades cuidadosas de rescate y reubicación mediante la ejecución de técnicas especiales para la captura, rescate y reubicación de estos organismos, o bien, de alguna otra especie que en su momento este presente en el sitio al momento de iniciar con las actividades.

Abundancia

Por otra parte, la clase o grupo faunístico con mayor número de individuos registrados fue el de las aves con 340 individuos, seguido de los reptiles con 21 individuos, finalmente, los mamíferos con 18 registros, estos datos suman los registros obtenidos en todas las áreas que conforman el Proyecto.

Tabla IV.33. Abundancia de especies por grupo faunístico.

	Abundancia			Total
	AP	AI	SAR	
Aves	77	136	127	340
Mamíferos	6	5	7	18
Reptiles	6	6	9	21
Total	**89**	**147**	**143**	**271**

Valores de diversidad y equitatividad

Al hacer el análisis de diversidad de manera general, se obtuvo que, se presenta una **diversidad Media**, ya que, para las tres zonas y las tres clases, los valores son cercanos a 3.

No obstante, en el análisis de diversidad por área del proyecto y por clase, el área y grupo faunístico con una diversidad media son las aves en el **SAR** pues el índice de Shannon es superior a 3, no obstante, y de manera complementaria, el índice de Pielou sugiere que la diversidad más equitativa se presenta en el **SAR** para el grupo de los mamíferos pues se tiene un índice igual 1. Quedando así el **AP** con una diversidad y una equitatividad **baja**, lo cual se atribuye al desarrollo de las actividades antropogénicas y de carácter agrícola que se desarrollan en la zona y al constante tránsito de vehículos que ayuntan a la fauna, de igual forma, las condiciones actuales del sitio, no permiten el establecimiento de un adecuado hábitat para la fauna.

Tabla IV.34. Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR.

	AP		AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
General	**2.96 (2.81-3.12)**	**0.93 (0.88-0.97)**	**2.81 (2.69-2.93)**	**0.85 (0.81-0.89)**	**3.27 (3.16-3.39)**	**0.92 (0.88-0.95)**
Aves	2.67 (2.50-2.83)	0.92 (0.87-0.97)	2.61 (2.50-2.73)	0.84 (0.81-0.88)	3.05 (2.92-3.17)	0.91 (0.87-0.95)
Mamíferos	1.03 (0.91-1.15)	0.94 (0.83-1)	1.15 (0.90-1.39)	1 (0.99-1)	1.49 (1.25-1.72)	1 (1-1)
Reptiles	1.26 (0.89-1.63)	1 (0.96-1)	0.71 (0.59-0.84)	1 (0.86-1)	0.95 (0.77-1.14)	0.87 (0.70-1)

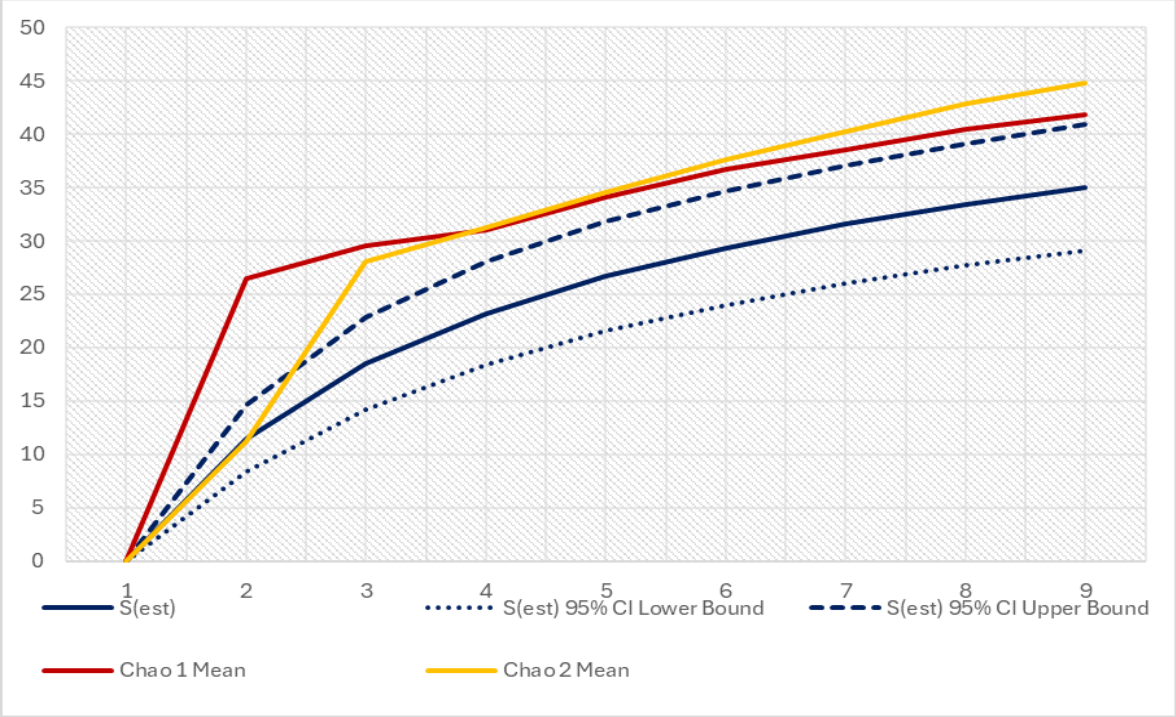
Curvas de acumulación

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

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de las especies de fauna presente en el **SAR**, **AI** y **AP**. Se menciona que, de acuerdo a la modificación de la metodología en campo, se decidió hacer uno de los estimadores no paramétricos de Chao 1 y Chao 2, los cuales se basan en Ausencia-Presencia; Esto quiere decir que necesita datos de presencia-ausencia de una especie en una muestra dada, es decir, sólo si está la especie y cuántas veces está esa especie en el conjunto de muestras:

En las siguientes figuras se muestra la representación gráfica de las curvas de acumulación obtenidas tanto de forma general para el **SAR**, **AI** y **AP**, en donde se expresan gráficamente los valores obtenidos durante el muestreo.

Figura IV.43. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del **SAR**.



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

Figura IV.44. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del **AI**

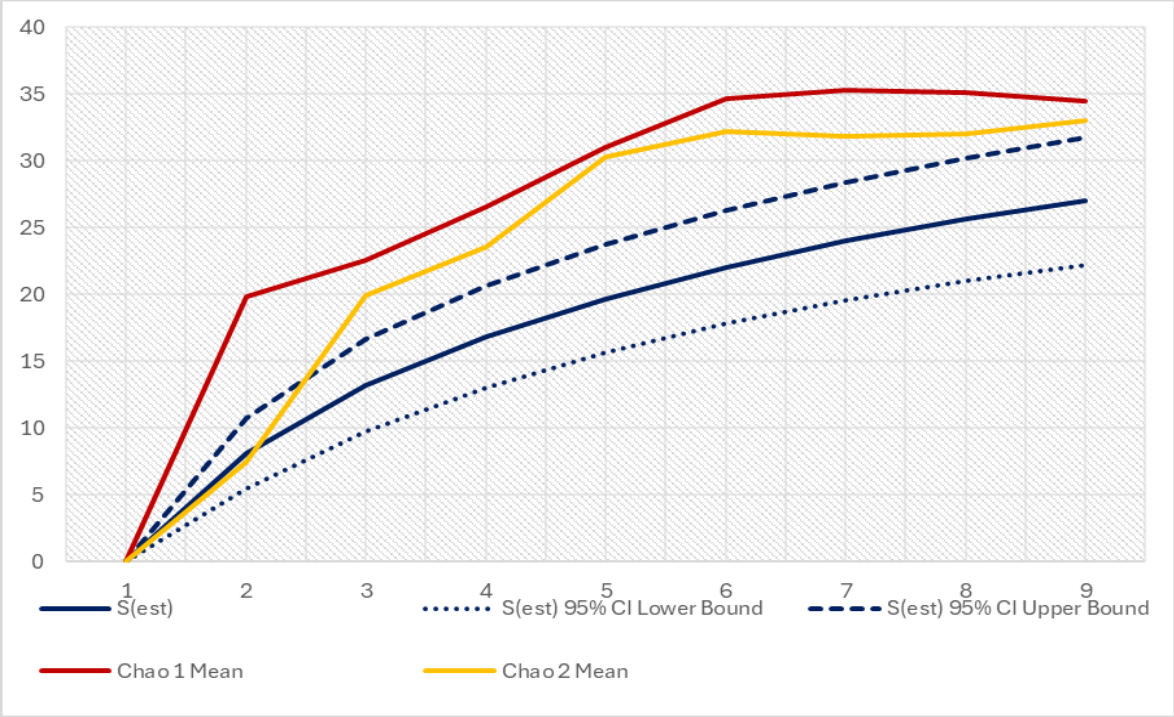
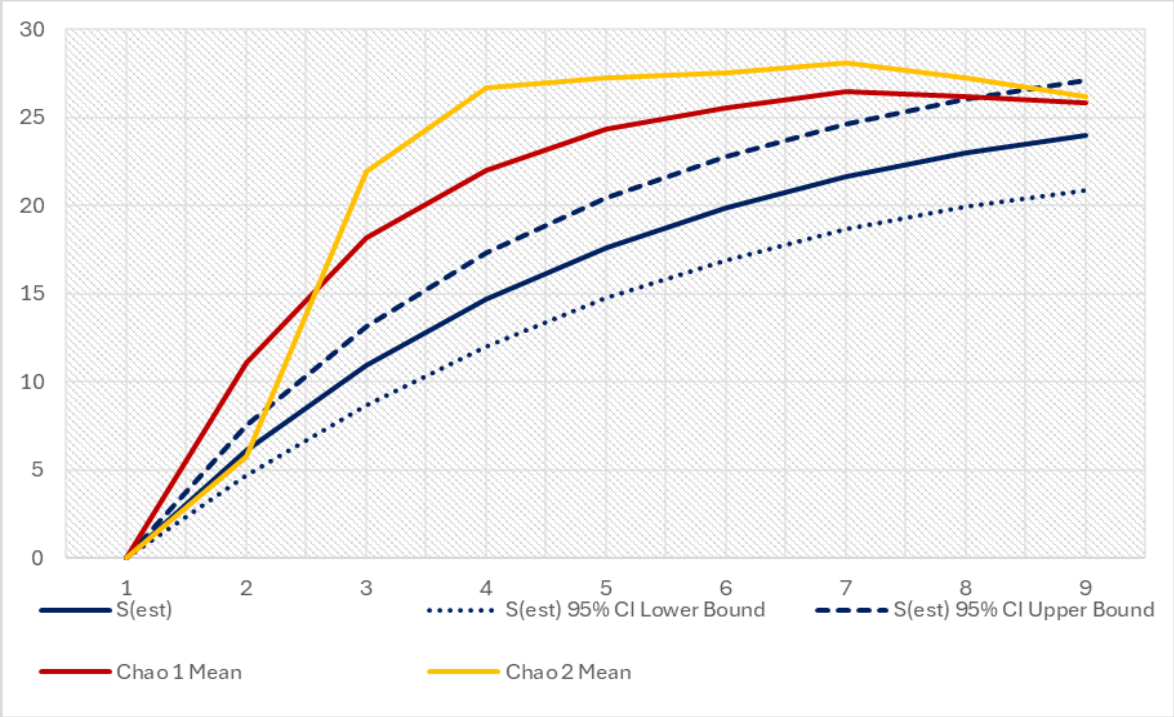


Figura IV.45. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del **AP**.



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

Conclusiones

La caracterización de la fauna en el **AP**, **AI** y **SAR**, se realizó mediante el recorrido de 24 transectos distribuidos en las tres zonas a caracterizar. Los resultados obtenidos permitieron corroborar la presencia de 42 especies de fauna, distribuidas en 3 grupos faunísticos, 15 órdenes y 24 familias, teniendo que el grupo de las aves presento el mayor número de especies con 35 registros, seguido del grupo de los mamíferos con 4 especies y finalmente, el grupo de los réptiles con 3 especies, en total dentro del **SAR**, **AI** y **AP**.

De este total, para el **AP** se observaron un total de 24 individuos, para el **AI** 27 individuos, mientras que para el **SAR** se reportaron 35 individuos. En este sentido, podríamos decir que el **SAR** es el sitio con mayor abundancia, siguiendo el **AI** y finalmente el **AP**, lo cual nos indicaría que el **SAR** alberga ecosistemas mejor conservados que los que se encuentran en el **AI** y **AP**. De igual forma, es importante resaltar que el grupo con mayor riqueza y abundancia registrada en las tres zonas del proyecto, fue el de las aves, esto debido a la facilidad de movilidad que presentan los organismos, mientras que el grupo menos abundante fue el de los mamíferos, lo cual se estima, se debe a las condiciones actuales del sitio y las actividades antropogénicas y de agricultura que se desarrollan en el área, lo cual impide el establecimiento de los organismos.

Ahora bien, en cuanto a las especies contempladas en alguna categoría de la **NOM-059- SEMARNAT-2010**, la presencia de estas fue más frecuente a nivel de **AP**, que las reportadas en la zona **SAR** o **AI**, esto como consecuencia de un incremento en la correspondiente riqueza especifica. Bajo este contexto, se propone la implementación de estrictas acciones de carácter preventivo y de rescate de tal forma que se permita garantizar en todo momento la integridad de la fauna, tanto de la zona sujeta a afectación por el desplante del proyecto, como la hallada en el **AI** y **SAR**. En este sentido, dichas acciones serán aplicadas independientemente de que las especies se encuentren o no consideradas en la norma antes mencionada.

Sin embargo, es importante señalar que la instalación de la Planta fotovoltaica no afectará de manera significativa a la fauna, ya que la mayoría de estas especies actualmente están sometidas a las transformaciones antropogénicas ya existentes (zona urbana, agricultura, pastoreo y deforestación) Adicionalmente, la transformación principal del hábitat será puntual (solo el predio donde se desplantará el proyecto).

IV.5 Ecosistemas

IV.5.1 Servicios ambientales

Para definir de manera adecuada los servicios ambientales referentes a este capítulo IV, es necesario tomar en consideración lo que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, I, artículo 7, fracción LXI, que define a los Servicios Ambientales como aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano. De acuerdo con esta definición, se reconocen los siguientes servicios ambientales:

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

- Provisión de agua en calidad y cantidad;
- Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales;
- Generación de oxígeno;
- Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales;
- Modulación o termorregulación climática;
- Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida;
- Protección y recuperación de suelos;
- El paisaje y la recreación

El **Proyecto** contempla una serie de medidas preventivas, de mitigación, compensación y restauración, para disminuir cualquier riesgo que pudiera provocarse en los servicios ambientales.

Los ecosistemas de una cuenca brindan numerosos servicios ambientales, no sólo a la zona en la que se encuentran, sino también a regiones cercanas y, de manera indirecta, al resto del país. Entre estos servicios se cuentan la regulación de los ciclos biogeoquímicos (captura de carbono y generación de oxígeno), el mantenimiento de los flujos hidrológicos, la recarga de los acuíferos, el mantenimiento de la productividad biológica y la biodiversidad, la regulación climática, la oferta de agua dulce, la protección y recuperación de suelos, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, el reciclaje de nutrientes y la generación de espacios habitables para las poblaciones humanas.

IV.5.1.1 Determinación del riesgo

Para la asignación de un valor a los impactos ambientales que afectarán o no al ecosistema, se realiza un análisis en el que se le asigna un valor al nivel de riesgo, el objetivo es tener el control para que dicha afectación se pueda contrarrestar. La tabla siguiente muestra los valores que se utilizaron para calificar el nivel de riesgo en los diferentes servicios ambientales.

Tabla IV.35. Valores del nivel de riesgo en los diferentes servicios ambientales.

Valor	Nivel de riesgo	Descripción
0 a 8	Irrelevante	Cuando el nivel de porcentaje de afectación es entre el 0 al 10 %
9 a 30	Leve	Cuando el nivel de porcentaje de afectación es entre el 11 al 30 %
31 a 50	Moderado	Cuando el nivel de porcentaje de afectación es entre el 31 al 50 %
51 a 70	Severo	Cuando el nivel de porcentaje de afectación es entre el 51 al 70%
71 a 90	Crítico	Cuando el nivel de porcentaje de afectación es entre el 71 al 90 %
91 a 100	Pérdida total	Cuando el nivel de porcentaje de afectación es entre el 91 al 90 %

La identificación de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema es de suma importancia para determinar la afectación que pudiera generar el desarrollo del proyecto, el nivel de riesgo y su importancia a nivel del Sistema Ambiental Regional y área de Influencia, de esta manera se pueden generar medidas correctivas eficaces.

IV.5.2 Provisión de agua en cantidad y calidad

Uno de los servicios ambientales más importantes ya que el agua es un elemento esencial en todo ser vivo, y de su calidad y cantidad dependerá la abundancia y salud de la flora y fauna del lugar y la disponibilidad para uso del ser humano.

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

Provisión de agua en calidad

Para conservar la calidad de agua actual se están proponiendo medidas preventivas como es el uso de baños portátiles y contenedores de residuos sólidos urbanos, esto con el propósito de evitar o reducir los riesgos de contaminación por depósito de desechos corporales y de basura sobre el área del **Proyecto**, así mismo se propone la reforestación con especies nativas para favorecer la calidad del agua y favorecer la infiltración, todas estas medidas se pueden observar a detalle en el Capítulo VI de la MIA-R.

Provisión de agua en cantidad

Para la provisión de agua en cantidad como servicio ambiental, es la cuenca hidrológica forestal la que conforma la unidad de elementos bióticos y abióticos que forman un ecosistema y los procesos generados por la interacción de todos ellos es lo que hace posible el poder tener este servicio. Por ello la estructura, el funcionamiento y la conservación son determinantes en lograr satisfacer las demandas del servicio como la disponibilidad de agua potable para consumo humano o para actividades productivas como la agropecuaria.

Es de suma importancia mencionar que existen algunas variables que inciden en la provisión de agua en cantidad en una unidad ambiental como son:

- Precipitación del área
- Formas del relieve (geomorfología)
- Tipo de vegetación (cobertura)
- Uso de suelo (si altera, remueve o disminuye la vegetación, la evapotranspiración cambia)

De acuerdo con la variación de estas variables, cambia la cantidad de agua que se evapotranspira, cantidad de escurrimiento y el volumen que se infiltra.

A continuación, se indican la metodología para el cálculo del Balance Hidrológico en el **SAR**, **AI** y **AP**.

IV.5.2.1 Cálculo de Balance hidrológico en el SAR, AI y AP en su condición actual

La fórmula que se utilizó para desarrollar el cálculo del balance hídrico del proyecto es la siguiente:

$$BH = P – (Eva + Esc + Inf)$$

Donde:

BH = Balance Hídrico en SAR, AI o AP
P = Precipitación (volumen precipitado) SAR, AI o AP
Eva = Evapotranspiración SAR, AI o AP
Esc = Escurrimiento superficial SAR, AI o AP
Inf = Infiltración SAR, AI o AP

Para determinar la temperatura y la precipitación media anual (dato que se utiliza durante el cálculo del balance hidrológico), se llevó a cabo un análisis de la información sobre las características climáticas particulares en este sitio.

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

Temperatura y precipitación

La temperatura media anual es alrededor de 22°C, la temperatura máxima promedio es de 38°C y se presenta en los meses de junio y julio, la temperatura mínima promedio es de 5°C y se presenta en el mes de enero.

La precipitación media estatal es de 450 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de julio y agosto.

Volumen de agua precipitada (P)

El volumen de agua que se precipita en el **SAR**, **AI** y **AP** se estima con la precipitación media anual y con la superficie de este, para lo cual se ha determinado que el valor de la precipitación corresponde a:

Volumen de agua precipitada = Precipitación (mm/año) x Superficie del SAR, AI o AP (m^2)

Evapotranspiración (Eva)

Para estimar la evapotranspiración se consideró la temperatura media normal anual y la precipitación media anual de cada área, se utilizaron formulas empíricas para estimar la evapotranspiración real, fórmulas de Turc, modificado por *Cruz-Falcón (2007)* para zonas de áridas:

$$Et = P / (1.5 + (P/L)^2)^{0.5}$$

Dónde:

P= precipitación en mm.
L= 300+25T+0.05T2 (condición válida para P> 0.31L; si P< 0.31L, entonces ET=P)
T= temperatura en ºC.

Escurrimiento (Esc)

En el numeral A.1.2.1 de la NOM-011-CONAGUA-2015 se especifica que el método indirecto para determinar el volumen medio anual de escurrimiento es mediante la siguiente expresión:

$$Vm = (A)\ (C)\ (Pm)$$

Dónde:

Vm = Volumen anual de escurrimiento natural SA, AP o AI (m^3)
A = Área de SA, AP o AI (m^2)
C = Coeficiente de escurrimiento (adimensional)
Pm = Precipitación anual de SA, AP o AI (m)

Para aplicar esta fórmula, es indispensable determinar cada uno de los factores que en ella intervienen y para lograrlo deben seguirse los pasos siguientes:

Para obtener el Ce se utilizó la expresión empírica de la NOM-011-CNA-2000 (DOF 2002), con las modificaciones realizadas por *Cruz-Falcón (2007)* al parámetro K:

$$Ce = K\ (P - 250\ /2000) + (K - 0.15\ /\ 1.5)\ para\ K > 0.15$$

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

$$Ce = K\ (P - 250\ /2000)\ para\ K \leq 0.15$$

Dónde:

Ce = coeficiente de escurrimiento anual (adimensional).
K = parámetro que depende del uso y tipo de suelo.
P = Precipitación

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se utiliza un parámetro K que depende del tipo y uso de suelo, así como de la precipitación. Para este proceso se utilizó la información de los mapas de edafología y uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI (2012-2013); conforme a dicha información se asignaron los valores que se indican en las siguientes tablas.

Tabla IV.36. Valores del parámetro K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB), para diferentes tipos de suelo.

Orden	Textura		Clasificación WRB		
	G	M	F	Nombre	Símbolo
AC	0.03	0.04	0.01	Acrisol	AC
AL	0.03	0.04	0.01	Alisol	AL
AN	0.03	0.04	0.01	Andosol	AN
AR	0.13	0.02	0.01	Arenosol	AR
CH	0.13	0.02	0.01	Calcisol	CL
CL	0.05	0.08	0.03	Cambisol	CM
CM	0.03	0.04	0.01	Chernozem	CH
DU	0.05	0.08	0.03	Durisol	DU
FL	0.03	0.04	0.01	Fluvisol	FL
FR	0.01	0.02	0.01	Ferralsol	FR
GL	0.03	0.04	0.01	Gleysol	GL
GY	0.05	0.08	0.03	Gypsisol	GY
HS	0.05	0.02	0.01	Histosol	HS
KS	0.03	0.04	0.01	Kastanozem	KS
LP	0.01	0.02	0.01	Leptosol	LP
LV	0.03	0.04	0.01	Lixisol	LX
LX	0.01	0.02	0.01	Luvisol	LV
NT	0.01	0.02	0.01	Nitisol	NT
PH	0.01	0.02	0.01	Phaeozem	PH
PL	0.05	0.08	0.03	Planosol	PL
PT	0.03	0.04	0.01	Plinthosol	PT
RG	0.03	0.04	0.01	Regosol	RG
SC	0.03	0.04	0.01	Solonchak	SC
SN	0.05	0.04	0.01	Solonetz	SN
UM	0.03	0.04	0.01	Umbrisol	UM
VR	0.05	0.08	0.03	Vertisol	VR

Tabla IV.37. Valores del parámetro K (modificado por Cruz-Falcón 2007), para diferentes tipos y uso de suelo. NOM-011-CNA-2015.

Uso y Tipo de Suelo	Muy permeable	Medianamente permeable	Poco permeable
Área agrícola	0.24	0.27	0.3
Pastizal	0.2	0.24	0.3
Mezquital	0.12	0.22	0.26
Edificaciones	0.28	0.29	0.32
Veg. Halófita	0.28	0.29	0.32
Matorral	0.16	0.23	0.28
Selva Baja	0.14	0.22	0.27
Áreas desnudas	0.26	0.28	0.3

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Tabla IV.38. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015).

Uso y Tipo de Suelo	Muy permeable	Medianamente permeable	Poco permeable
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbre o rotación en pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% - Regular -	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.3
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3

Como se mencionó en el apartado de Suelos del presente capítulo, en el **SAR**, **AI** y **AP** existen diferentes tipos de suelo y uso de suelo y vegetación con superficie y valor de K diferente.

Para estimar el valor de K del **SAR**, **AI** y **AP** se calcula una media ponderada de sus valores de acuerdo con el tipo de vegetación y la superficie que ocupa, mediante la siguiente formula:

$$Kp = ((Kv_1 * Sup_1) + (Kv_2 * Sup_2) + (Kv_3 * Sup_3) + \ldots\ldots (Kv_n * Sup_n)) / Sup_t$$

Dónde:

Kp= Valor de K ponderado.
Kv_1 = Valor de K en la vegetación 1
Sup_1 = Superficie de la vegetación 1 en la SAR, AI y AP
Kv_2 = Valor de K en la vegetación 2
Sup_2 = Superficie de la vegetación 2 en la SAR, AI y AP
Kv_n = Valor de K en la vegetación n
Sup_n = Superficie de la vegetación n en la SAR, AI y AP
Sup_t = Superficie total de SAR, AI y AP

Infiltración

Para el cálculo de la infiltración mediante la siguiente expresión I=P-Et-Es (*Castany 1971*) es decir de la precipitación se le restan los valores de evapotranspiración y escurrimiento y da como resultado el volumen que se infiltra.

$$I = P - Et - Es$$

Dónde:
I = Volumen de Infiltración del SAR, AI y AP m^3
P = Volumen de Precipitación del SAR, AI y AP m^3
Et = Volumen de Evapotranspiración del SAR, AI y AP m^3

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

Es = Volumen medio anual de Escurrimiento del SAR, AI y AP m^3

Cálculo del Balance hidrológico en el AP en su condición al remover la vegetación

La fórmula que se utilizó para desarrollar el cálculo del balance hídrico del proyecto es la siguiente:

$$BH = P – (Eva + Esc + Inf)$$

Donde:

BH = Balance Hídrico al ejecutar la remoción de la vegetación en AP.
P = Precipitación (volumen precipitado) al ejecutar la remoción de la vegetación en AP.
Eva = Evapotranspiración al ejecutar la remoción de la vegetación en AP.
Esc = Escurrimiento superficial al ejecutar la remoción de la vegetación en AP.
Inf = Infiltración al ejecutar la remoción de la vegetación en AP.

Volumen de Agua Precipitado (P) al ejecutar la remoción de la vegetación en AP

Para la estimación del volumen que precipita se empleó el mismo valor obtenido anteriormente ya que no se verá modificado por la remoción de la vegetación en el AP.

Evapotranspiración (Eva) al ejecutar la remoción de la vegetación en AP

Para la estimación del volumen que precipita se empleó el mismo valor obtenido anteriormente ya que no se verá modificado por la remoción de la vegetación en el AP.

Escurrimiento (Esc) al ejecutar la remoción de la vegetación en AP

Toda vez que para estimar el escurrimiento del área del proyecto una vez ejecutado la remoción de la vegetación, no se tienen estudios de referencia a nivel local y regional en condiciones similares de acuerdo con la precipitación, vegetación y estructura del suelo del área del Proyecto, que nos indique el aumento o disminución de la evapotranspiración removida la vegetación, nos basaremos con la información disponible en estudios realizados para este rubro.

De acuerdo con el estudio de Impactos Hidrológicos realizado por el investigador Santi Sabaté de la Universidad de Barcelona y Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREF), en el Capítulo 9 titulado “Los Bosques y el Escurrimiento”, donde realizo la modelización del escurrimiento, mediante el modelo GOTILWA+, página 121, F, donde se observan los valores de escurrimiento:

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

Figura IV.46. Balance hidrológico según el tipo de cubierta vegetal (%).

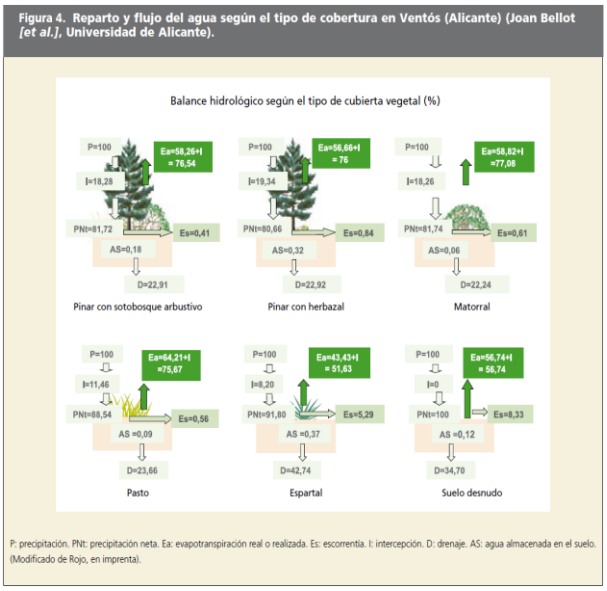


Tabla IV.39. Evapotranspiración según cubierta vegetal.

Evapotranspiración según cubierta vegetal	
Cubierta vegetal	**Escurrimiento (%)**
Pinar con sotobosque arbustivo	0.41
Pinar con herbazal	0.84
Matorral	0.61
Pasto	5.29
Espartal	51.63
Suelo desnudo	8.33

Para determinar el volumen medio anual de escurrimiento se utilizó la siguiente expresión (NOM-011-CONAGUA-2015):

$$Vm = (A)\ (C)\ (Pm)$$

Dónde:

Vm = Volumen anual de escurrimiento natural (m^3)
A = Área de AP (m^2)
C = Coeficiente de escurrimiento (adimensional)
Pm = Precipitación anual (m)

Al ejecutar la remoción de la vegetación en la superficie con vegetación del AP, se tendrá un área con suelo completamente desnudo.

El coeficiente de escurrimiento para el área ejecutando la remoción de la vegetación es de 0.0833 (8.33%), este valor fue tomado del estudio de Impactos Hidrológicos realizado por el investigador Santi Sabaté de la

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

Universidad de Barcelona y Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREF), en el Capítulo 9 titulado “Los Bosques y La Evapotranspiración”, página 121.

Infiltración (I) al ejecutar el CUSTF

La infiltración puede ser calculada por métodos indirectos usando la información conocida del balance hidrológico, esto a partir de la diferencia resultante entre la precipitación total menos el volumen medio de evapotranspiración, menos el escurrimiento.

$$Infiltración = P – ETR – Vm$$

Dónde:

P = Precipitación total (m^3)
ETR = Evapotranspiración (m^3)
Vm = Volumen de escurrimiento (m^3).

IV.5.2.2 Resultados de la estimación del Balance Hidrológico

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los cálculos realizados para estimar el balance hídrico en el **SAR**, **AI** y **AP**, de acuerdo con los totales obtenidos, se tiene que actualmente en el **SAR** del volumen total de agua que se precipita el 82% se pierde en evapotranspiración, el 5% se escurre y el 13% se infiltra, porcentaje que equivale a 3,631,420.36 m³/año; mientras que, en el **AI** del 100% de la precipitación, el 82% se evapora, el 6% se escurre y el 13% se infiltra, este último equivale a 107,100.53 m³/año; finalmente, en el **AP** en condiciones actuales, del total precipitado, 81.54% se evapora, 3.68% se escurre y 14.78% se infiltra, infiltración que equivale a 34,380.23 m³/año.

Tabla IV.40. Resumen de resultados de la estimación del balance hídrico en el **SAR**, **AI** y **AP** en condiciones actuales.

Balance hidrológico de SAR		
Variable	**Volumen en m³**	**%**
Precipitación SAR	27,413,539.46	100%
Evotranspiración (Et)	22,353,194.14	82%
Escurrimiento (Es)	1,428,924.95	5%
Infiltración (I) SAR	3,631,420.36	13%
BH SAR	0.00	0%
Balance hidrológico de AI		
Variable	**Volumen en m³**	**%**
Precipitación AI	832,946.88	100%
Evotranspiración (Et)	679,190.79	82%
Escurrimiento (Es)	46,655.57	6%
Infiltración (I) AI	107,100.53	13%
BH AI	0.00	0%
Balance hidrológico del AP en condiciones actuales		
Variable	**Volumen en m³**	**%**
Precipitación AP	232,581.28	100.00%
Evotranspiración (Et)	189,648.42	81.54%
Escurrimiento (Es)	8,552.62	3.68%
Infiltración (I) AP	34,380.23	14.78%
BH AP	0.00	0%

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

Mientras que, una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el **AP**, la evaporación será del 81.54% (189,648.42 m³/año), el escurrimiento será del 8.83% (20,536.93 m³/año) y la infiltración será del 9.63% (22,395.93 m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 11,984.30 m³/año, lo que representa el 34.86% del total que se infiltra en condiciones actuales en el **AP**; mientras que en el **AI** esta disminución representa el 12.60% y en el **SAR** únicamente el 0.33%.

Tabla IV.41. Resumen de resultados y evidencia de la disminución del balance hídrico una vez removida la vegetación en el **AP**.

Balance hidrológico al remover vegetación AP			
Variable	**Volumen en m³**		**%**
Precipitación al remover vegetación AP	232,581.28		100%
Evotranspiración (Et)	189,648.42		82%
Escurrimiento (Es)	20,536.93		9%
Infiltración (I) remover vegetación AP	22,395.93		10%
BH remover vegetación AP	0.00		0%
Disminución de la infiltración			
Concepto	**Volumen en m³**	**Volumen en m³**	**%**
Infiltración (I) SAR	3,631,420.36	3,619,584.44	0.33%
Infiltración (I) AI	107,100.53	95,116.22	12.42%
Infiltración (I) AP	34,380.23	11,984.30	34.86%
Infiltración (I) remover vegetación AP	22,395.93		

IV.5.3 Captura de carbono y generación de oxígeno

Las plantas verdes absorben el carbono de la atmósfera a través de la fotosíntesis, separando el átomo de carbono del átomo del oxígeno. El oxígeno es devuelto a la atmósfera y el carbono es empleado para producir la biomasa en forma de raíces, tallos y follaje (*Tipper, 1996; Brown, 1996; PICC, 1995*).

Actualmente la quema de combustibles fósiles provoca el 80% de las emisiones totales de CO_2 a la atmósfera y el 20% se debe a los procesos de deforestación. Estas son las causas principales del aumento en la concentración atmosférica del CO_2 de 280 ppm a 360 ppm en los últimos 200 años, con una tasa de incremento de 1.8 ppm año" (Cannel, 1996).

IV.5.3.1 Metodología

La cantidad de carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación presentes se tomó de datos contenidos en la publicación de la CONANP (*Bezaury-Creel J.E.2009*). El Valor de los Bienes y Servicios que las Áreas Naturales Protegidas proveen a los mexicanos. (*The Nature Conservency Programa México-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México*).

Tabla IV.42. Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México.

Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México (TCO_2e/Ha)	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	Total
Bosque de coníferas	118	120	19	257
Bosque de encino	105	126	5	236
Bosque mesófilo de montaña	189	205	36	430
Selva perennifolia	186	115	4	305
Selva tropical caducifolia, su caducifolia y bosque espinoso	54	100	0	154
Matorral xerófilo y vegetación semiárida	19	60	1	80
Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	16	81	0	97

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

Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México (TCO_2e/Ha)	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	Total
Vegetación acuática y subacuática	223	59	0	282

Tabla IV.43. Carbono almacenado en diferentes tipos de cultivo.

Cultivo/Carbono	Toneladas/Ha promedio 2000/2007	Precio promedio en Mx por tonelada cultivos 2000/2007 TCO_2e 2005/2007	Valor total de la producción/servicio por hectárea
Aguacate	9.9	6,574.6	65,089
CO_2 (Precio ponderado 2007)	161	191.6	30,848
Caña de azúcar	73.8	325.4	24,015
Arroz	4.5	1,744.0	7,848
Maíz	2.8	1,723.3	4,825
Frijol	0.7	6,024.2	4,217
Soya	1.6	2,493.1	3,989
CO_2 (Precio ponderado 2007)	161.3	19.2	3,091

La generación de oxígeno tiene relevancia porque es una sustancia que comprende una importante parte de la atmósfera y resulta necesario para sostener la vida terrestre, es el elemento más abundante en la corteza terrestre formando prácticamente la mitad de su masa, pero debido a su reactividad química, el oxígeno no puede permanecer en la atmósfera terrestre como elemento libre sin ser reabastecido constantemente por la acción fotosintética de los organismos que utilizan la energía solar elemental a partir del agua y dado que constituye la mayor parte de la masa del agua, es también el componente mayoritario de la masa de los seres vivos.

Los ecosistemas nos proporcionan varios servicios ambientales de acuerdo con sus elementos bióticos y abióticos, entre los primeros son de gran importancia los que prestan los diferentes tipos de vegetación, ya que el dióxido de carbono (CO_2) presente en la atmosfera es absorbido por las plantas, a través del proceso de la fotosíntesis. Por este medio convierten la energía solar en energía química la cual es aprovechada por los organismos vivos (*Gayoso, 2005*).

El oxígeno generado por las plantas se obtiene en diferentes cantidades ya que depende de la especie y tamaño de los árboles, pero sobre todo de la velocidad de crecimiento. El O_2 es proporcional a la tasa de crecimiento e incremento de biomasa (*Norwak et al. 2007*).

La producción de oxígeno de un árbol durante un año, está directamente relacionada con la cantidad de carbono almacenado, mismo que se encuentra almacenado en la biomasa de los árboles y si la captación de Dióxido de Carbono durante la fotosíntesis excede la liberación de Dióxido de Carbono por la respiración durante el año, el árbol acumulara carbono (*Norwak et al. 2007*). De este modo, un árbol que tiene una acumulación neta de carbono durante un año (crecimiento de los árboles) también tiene una producción neta de oxígeno (*Yolasigmaz y Keles, 2009*).

De acuerdo con lo mencionado por Salisbury y Ross (1978) la producción neta de Oxigeno de los árboles se basa en la cantidad de Oxigeno producido durante la fotosíntesis menos la cantidad de Oxigeno consumido durante la respiración de las plantas.

Fotosíntesis: n(CO2) + n(H2O) + luz → (CH2O)n+nO2

Respiración: (CH2O)n + nO2 → n(CO2) + n(H2O) + energía

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

De este modo la cantidad de Oxigeno producido se estima a partir de la captura de Carbono en base a los pesos atómicos:

Producción neta de O_2 (Kg/año) = Carbono secuestrado en la biomasa (ton/año) * (32/12).

IV.5.3.2 Resultados

Como se observa en la siguiente tabla, la cantidad de carbono captado por la vegetación presente en la superficie total del **SAR** corresponde a 2,025,301.96 ton/año, en el **AI** es de 51,114.36 ton/año, mientras que en el **AP** corresponde a 13,367.02 ton/año.

Una vez removida la vegetación en el **AP**, se dejará de captar la totalidad del CO_2 captado actualmente en esta zona, es decir las 13,367.02 ton/año; lo cual a nivel del **SAR** representa el 0.66% y en el **AI** corresponde al 26.2%; con esta disminución la cifra de CO_2 captado en la totalidad del **SAR** pasará a 2,011,934.94 ton/año, en el **AI** será de 37,747.33 ton/año y en el **AP** será 0.

Tabla IV.44. Resultados de la estimación de captura de carbono**.**

Concepto	Condiciones actuales (ton/año)	Al remover vegetación (ton)	Porcentaje de disminución
CO2 capturado en el SAR	2,025,301.96	2,011,934.94	0.66%
CO2 capturado en el AI	51,114.36	37,747.33	26.2%
CO2 capturado en el AP	13,367.02	0.00	100.00%
CO2 capturado en el AP al remover la vegetación	0.00		

Respecto a la generación de oxígeno, como se observa en la siguiente tabla, la cantidad de oxígeno generado por la vegetación presente en la superficie total del **SAR** que corresponde a 5,400,805.22 ton/año, en el **AI** es de 136,304.95 ton/año y en el **AP** corresponde a 35,645.40 ton/año.

Mientras que, una vez removida la vegetación en el **AP**, se perderá la totalidad del oxígeno que actualmente se genera en esta zona, es decir las 35,645.40 ton/año; lo cual a nivel del **SAR** representa el 0.66% y en el **AI** corresponde 26.2%; con esta disminución la cifra de oxígeno generado en la totalidad del **SAR** pasará a 5,365,159.83 ton/año, y en el **AI** será de 100,659.56 ton/año, mientras que para el **AP** será 0.

Tabla IV.45. Resultados de la estimación de generación de oxígeno.

Concepto	Condiciones actuales (ton)	Al remover vegetación (ton)	Porcentaje de disminución
Generación de O2 en el SAR	5,400,805.22	5,365,159.83	0.66%
Generación de O2 en el AI	136,304.95	100,659.56	26.2%
Generación de O2 en el AP	35,645.40	0.00	100.00%
Generación de O2 en el AP al remover la vegetación	0.00	0	100.00%

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

IV.5.4 Estimación de la erosión en el SAR, AI y AP.

La degradación de los recursos naturales, especialmente el suelo en México es un problema que exige una atención prioritaria. Los procesos más importantes de degradación del suelo son: (1) Química (principalmente por la pérdida de fertilidad), (2) erosión hídrica y (3) erosión eólica. Estos tres procesos son responsables del 87% de los suelos degradados en el país. Entre las principales causas de degradación causada por el hombre, SEMARNAT (2013) reporta que el 44.9% del territorio nacional presentaba evidencias de degradación en 2002, mientras que en el 55.1% restante no mostraba indicios de degradación aparente. Con respecto a la superficie afectada por los diferentes procesos de degradación, la degradación química ocupaba el primer lugar (34.04 millones de hectáreas, 17.8% del país), seguida por la erosión hídrica (22.72 millones, 11.9%), eólica (18.12 millones, 9.5%) y la degradación física (10.84 millones, 5.7%).

Ahora bien, se debe mencionar que, de acuerdo con CONAFOR (2017), la tasa permisible de pérdida de suelo es de 12 ton/ha/año, cuando el volumen es mayor, significa que hay degradación. En este sentido, considerando la cartografía disponible, en el **AP** se presenta erosión eólica por deformación y pérdida de suelo superficial la cual deriva de la modificación de uso de suelo forestal al uso agrícola y degradación química por la declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica y debido a la actividad agrícola.

La erosión del suelo varía mucho con respecto a los factores naturales, pero también con respecto al uso y manejo de la tierra. La variación de las precipitaciones y el manejo de la tierra, especialmente la densidad de ganado, producen cambios en la cobertura del suelo. Con densidades de ganado bajas a moderadas y durante periodos prolongados con escasas precipitaciones, la cobertura vegetal puede verse fuertemente reducida, provocando grandes pérdidas de suelo, mientras que durante periodos normales o húmedos la erosión entre surcos es baja (Schnabel, et al., 2009).

Es importante mencionar que, las tierras agrícolas se vuelven gradualmente menos productivas por cuatro razones principales: 1. Degradación de la estructura del suelo; 2. Disminución de la materia orgánica; 3. Pérdida de suelo; y 4. Pérdida de nutrientes (Bertoni & Lombardi Neto, 1985). Estas razones son efectos producidos básicamente por el uso y manejo inadecuado del suelo y por la acción de la erosión acelerada.

Básicamente, la degradación del suelo se da a través de tres etapas:

Etapa 1: las características originales, materia orgánica y estructura, son destruidas gradualmente. El usuario de la tierra no percibe este fenómeno, porque la erosión ocurre en niveles tolerantes y el rendimiento de los cultivos se mantiene estable por la aplicación normal de fertilizantes y de enmiendas.

Etapa 2: la materia orgánica alcanza valores bajos y el suelo pierde estructura. Por el uso intensivo de implementos agrícolas se produce la aparición de una capa compactada que impide la infiltración del agua y la penetración de las raíces. La erosión se vuelve acelerada y el rendimiento de los cultivos se reduce severamente. La aplicación de enmiendas y fertilizantes se vuelve menos eficaz, sea por las condiciones físicas adversas al desarrollo de las plantas, o por las grandes pérdidas de suelo y de nutrientes que han ocurrido por la erosión, disminuyendo su efecto actual y residual.

Etapa 3: el proceso de erosión es tan violento que la tierra comienza a ser abandonada por el agricultor, debido a la baja productividad y dificultad de operación de máquinas a causa de la existencia de surcos y cárcavas en el campo. El tiempo que lleva a un suelo cultivado a llegar a la etapa 3 depende de la intensidad

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

de aplicación de las prácticas inadecuadas de manejo, de su pendiente y textura, que se relacionan mucho con su resistencia a la erosión hídrica (do Prado Wildner & da Veiga, 2021).

IV.5.4.1 Erosión hídrica

La erosión hídrica por lluvia comienza cuando el suelo es privado de su cobertura vegetal por deforestación, quema, sobrepastoreo y labranza. Las gotas de lluvia impactan en el suelo desnudo y rompen sus agregados, los cuales además de ser más fácilmente arrastrados por los escurrimientos, tapan los microporos del suelo, reduciendo con ello la infiltración del agua. El agua que no llega a infiltrarse escurre sobre la superficie y sigue la topografía arrastrando suelo superficial. La vulnerabilidad de los suelos a la erosión hídrica depende del tipo de cobertura vegetal (cultivo, pastizal, etc.); de las características de la lluvia (intensidad y frecuencia); de la topografía (inclinación, forma y longitud de pendientes); y del tipo de suelo (porosidad, porcentaje de materia orgánica, textura y profundidad) (Carabias et al., 1998).

A continuación, se presenta el cálculo de la pérdida de suelo mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo tanto en el **SAR** como en el **AI** y **AP**.

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (*Wischmeier y Smith, 1962*), se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$A = R * K * L * S * C$$

Donde:

A, representa el valor promedio de las pérdidas de suelo anuales (ton/ha, año) en función de un índice de erosividad de la lluvia R, la erosibilidad del suelo K, un factor de relieve LS, un factor de cubierta vegetal.

R, factor de erosividad, recoge la influencia que sobre la erosión tiene la energía cinética de los aguaceros, disgregando las partículas del suelo y compactando su superficie, y su intensidad máxima, determinando la aparición de escorrentía superficial cuando se supera la capacidad de infiltración.

K, la erosionabilidad, o vulnerabilidad del suelo a la erosión, es una característica propia del suelo ligada a su granulometría, porosidad, condiciones hidrológicas, etcétera, y expuesta a unas determinadas condiciones de clima, relieve y cobertura vegetal.

L, factor de longitud de ladera, definido como el cociente entre la tasa de erosión anual de una parcela con una longitud de ladera determinada, y la tasa de erosión de esa parcela con las mismas condiciones de clima (R), suelo (K), pendiente (S) y vegetación (C), y de longitud de ladera igual a 22.13 metros que corresponde a la parcela estándar.

S, el factor de pendiente, definido como el cociente entre la tasa de erosión de una determinada parcela con una pendiente *s* y la tasa de erosión de esa parcela con las mismas condiciones de R, K, L y C pero con una pendiente del 9% considerada como estándar.

C, factor de cubierta; la cubierta vegetal es el elemento natural de protección del suelo frente a la fuerza erosiva de las precipitaciones, controlando no sólo la energía con la que llegan las gotas de lluvia a la superficie del suelo, sino la velocidad de la escorrentía superficial.

Según MESEN (2009), el producto de los primeros factores (R, K, L y S) es el potencial erosivo inherente en el sitio; eso es, la perdida de suelo que ocurriría en la ausencia de cualquier cobertura vegetal (C). El último factor reduce esta pérdida potencial.

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

Para el desarrollo de la fórmula de la Ecuación universal de pérdida de suelo (USLE) se tomó como base lo descrito en: *Montes-León, et al.* (2011).

Factor R

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que incida el potencial erosivo de las precipitaciones (Montes-León, et al., 2011).

A partir de la precipitación media anual registrada por las estaciones señaladas anteriormente, se aplicó la ecuación de erosividad de la región número 14, donde se ubica el **SAR**, **AI** y **AP**, determinada por Cortés (Becerra, 1997).

Figura IV.47. Regionalización Nacional de factor R (Becerra, 1997).

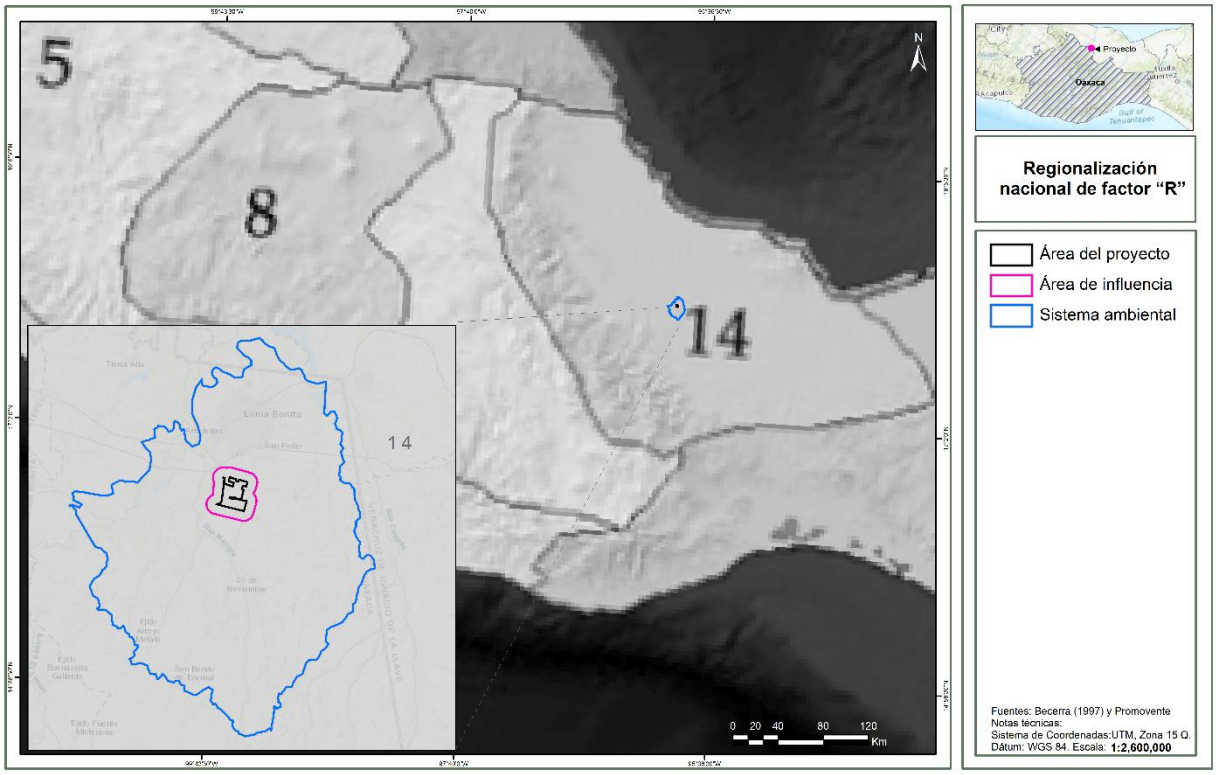


Tabla IV.46. Ecuaciones regionalizadas para la República Mexicana (Becerra, 1997)

Región	Ecuación
1	$1.2078*P+0.002276*P^2$
2	$3.4555*P+0.006470*P^2$
3	$3.6752*P-0.001720*P^2$
4	$2.8959*P+0.002983*P^2$
5	$3.4880*P-0.000188*P^2$
6	$6.6847*P+0.001680*P^2$
7	$(-0.0334) * P+0.0061*P^2$
8	$1.9967*P+0.003270*P^2$
9	$7.0458*P-0.002096*P^2$
10	$6.8938*P+0.000442*P^2$

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

Región	Ecuación
11	$3.7745*P+0.004540*P^2$
12	$2.4619*P+0.006067*P^2$
13	$10.7427*P-0.001008*P^2$
14	**$1.5005*P+0.002640*P^2$**

Factor K

El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erosionabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por:

1. El salpicado de las gotas durante un evento de lluvia,
2. El flujo superficial o
3. Por la acción de ambos fenómenos.

Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erosionabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (*Montes, 2002*).

Se utilizó la metodología propuesta por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación); el cual permite estimar el factor K a partir de la clasificación del tipo de suelo y la textura superficial (gruesa, media o fina) y así asignar dicho valor.

Tabla IV.47. Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB.

Orden	Textura			Clasificación WRB	
	G	M	F	Nombre	Símbolo
AC	0.026	0.04	0.013	Acrisol	AC
AL	0.026	0.04	0.013	Alisol	AL
AN	0.026	0.04	0.013	Andosol	AN
AR	0.13	0.02	0.007	Arenosol	AR
CH	0.13	0.02	0.007	Calcisol	CL
CL	0.053	0.079	0.026	Cambisol	CM
CM	0.026	0.04	0.013	Chernozem	CH
DU	0.053	0.079	0.026	Durisol	DU
FL	0.026	0.04	0.013	Fluvisol	FL
FR	0.013	0.02	0.007	Ferralsol	FR
GL	0.026	0.04	0.013	Gleysol	GL
GY	0.053	0.079	0.026	Gypsisol	GY
HS	0.053	0.02	0.007	Histosol	HS
KS	0.026	0.04	0.013	Kastanozem	KS
LP	0.013	0.02	0.007	Leptosol	LP
LV	0.026	0.04	0.013	Lixisol	LX
LX	0.013	0.02	0.007	Luvisol	LV
NT	0.013	0.02	0.007	Nitisol	NT
PH	0.013	0.02	0.007	Phaeozem	PH
PL	0.053	0.079	0.026	Planosol	PL
PT	0.026	0.04	0.013	Plinthosol	PT
RG	0.026	0.04	0.013	Regosol	RG
SC	0.026	0.04	0.013	Solonchak	SC
SN	0.053	0.04	0.013	Solonetz	SN
UM	0.026	0.04	0.013	Umbrisol	UM
VR	0.053	0.079	0.026	Vertisol	VR

Para la determinación de este factor se empleó la información edafológica del INEGI: Escala 1:250,000, Serie II (Continuo Nacional), información actualizada durante el periodo 2002-2020 (INEGI, 2007).

[redacted]

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

Factor LS

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (L) y grado de pendiente (S).

Primeramente, se determinó el factor L y posteriormente el S, para luego obtener el producto de ambos. Para estimar el factor de L se usó la siguiente expresión:

$$L = \left(\frac{X}{22.13}\right)^{m}$$

Dónde:

X, longitud del terreno (m).
m = β / (1+β).
β = (sen θ / 0.0896) / [3(sen θ)$^{0.8}$ + 0.56].
θ = pendiente del terreno.

Para obtener la pendiente del terreno se obtiene con la siguiente fórmula (*Martínez, 2005*):

$$s = \left(\frac{(Hf - Hi)}{L}\right) * 100$$

Dónde:

s =pendiente media del terreno.
Hf= altura más alta del terreno en metros.
Hi= altura más baja del terreno en metros.
L = longitud del terreno en metros.

El valor de ***s*** se convierte a una unidad de ángulo mediante la siguiente fórmula:

$$Pendiente\ (Unidad\ de\ ángulo) = Arcotangente\left(\frac{Pendiente\ (\%)}{100}\right)$$

Cabe mencionar que la función Arcotangente se expresa en radianes, de modo que al usar el valor en radianes en la fórmula de β para la función de seno primeramente se tiene que multiplicar por π (3.1416) y dividir entre 180 para convertir las unidades a grados sexagesimales.

Se obtiene el valor de β:

$$\beta = \frac{\left(\frac{sen\left(\frac{\theta * \pi}{180}\right)}{0.0896}\right)}{3.0\left(\frac{\theta * \pi}{180}^{0.8}\right) + 0.56}$$

Se sustituye en la fórmula de m:

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

$$m = \left(\frac{\beta}{1+\beta}\right)$$

Y se procede a calcular L:

$$L = \left(\frac{X}{22.13}\right)^{m}$$

Para el cálculo del factor S de pendiente, definido como el cociente entre la tasa de erosión de una determinada parcela con una pendiente ***s***, se evalúa de acuerdo con las expresiones siguientes:

S = 10.8 Sen θ + 0.03 si es s ≤ 9%

S = 16.8 Sen θ + 0.50 si es s > 9%

Finalmente se realiza el producto LS para obtener el resultado asociado con dicho factor (*Renard, 1997*):

$$LS = (L) * (S)$$

Factor C

La cubierta vegetal comprende la vegetación y tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de las partículas del suelo ya que brinda protección contra acción de los agentes erosivos. Una cubierta vegetal abundante reduce la erosión a límites aceptables. La eficiencia de la vegetación para reducir la erosión depende de la altura y continuidad de la cubierta vegetal aéreo, de la densidad de cobertura en el suelo y de la densidad de raíces (*Figueroa et al., 1991*).

Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 (correspondiente a un terreno protegido) y a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección) (*Montes-León et al., 2011*). En la Tabla siguiente se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo.

Tabla IV.48. Factor para vegetación y/o uso de suelo (Montes-Léon et al, 2011).

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de Ayarín	0.01	Pastizal gipsófilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.1	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.1	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de táscate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.5
Manglar	0.1	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
Matorral de coníferas	0.2	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico rosetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.1
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarco crausicaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005

[redacted]

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

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Tabla IV.49. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015).

Uso y Tipo de Suelo	Muy permeable	Medianamente permeable	Poco permeable
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbre o rotación en pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% - Regular -	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.3
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3

Derivado que, en el **SAR, AP** y **AI** existen varios tipos de usos y vegetación se utilizó la fórmula de la media ponderada para el cálculo del factor C:

$$X_{factor\ C} = \frac{(Sup\ vegetación_1 * Factor\ C) + (Sup\ vegetación_2 * Factor\ C) + (Sup\ vegetación_n * Factor\ C)}{Superficie\ total\ SAR, AI\ y\ AP}$$

Clasificación de la erosión hídrica

De acuerdo con la clasificación descrita por *Montes-León et al. (2011)* la erosión hídrica que se presenta en un área puede clasificarse por el rango que presenta en la tasa de erosión, tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla IV.50. Clasificación de la erosión hídrica.

Tipo	Rango (ton/ha/año)	Clasificación
1	<50	Baja
2	50-100	Media
3	100-150	Considerable
4	150-200	Alta
5	200-250	Muy alta
6	>250	Extrema

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

IV.5.4.2 Erosión eólica

La erosión eólica es el desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento. El viento es un eficaz agente de erosión capaz de arrancar, levantar y transportar partículas, sin embargo, su capacidad para erosionar rocas compactadas y duras es limitada. En el fenómeno de erosión eólica, es determinante la superficie sobre la que actúa el viento. Su alteración no se limita a puntos o áreas limitadas como ocurre con la erosión hídrica, la acción del viento se ejerce sobre la totalidad de la superficie (*López, 2012*). Este fenómeno se presenta de manera predominante en las zonas áridas y semiáridas, aunque también se presenta en las regiones con escasa o nula vegetación durante la estación seca (*Carabias et al., 1998*).

En seguida se describe la metodología empleada para estimar la erosión eólica que se presenta tanto en **SAR, AI** y **AP**.

Los factores que afectan a la erosión eólica son clima, suelo y vegetación. La topografía parece ser no muy importante, aunque la longitud de la superficie erosionable tiene gran influencia en movimiento del suelo.

Clima: Los factores climáticos que tienen influencia en la erosión eólica son precipitación pluvial, temperatura y viento (humedad, viscosidad y densidad del aire). La distribución de la lluvia y su efecto en la humedad del suelo son de importancia básica en el movimiento. La evaporación y la transpiración son influenciadas por viento, humedad relativa y temperatura. Estos procesos disminuyen la humedad del suelo y que al secarse resulta más propenso a la erosión eólica. Las características del viento que afectan a la erosión eólica son: velocidad, duración, dirección y turbulencia.

Suelo: Los factores del suelo que son afectados por erosión eólica son textura, estructura y densidad de partículas, densidad aparente, materia orgánica, contenido de humedad y coeficiente de rugosidad. La rugosidad cambia en los sistemas de labranza y la formación de costras disminuye la rugosidad, pero tiende a reducirse el movimiento del suelo debido al viento.

Vegetación: Los factores de la vegetación que influyen en el proceso erosivo son altura y densidad de la cobertura, tipo de vegetación y distribución en el año. La presencia de raíces y residuos de cosecha son muy efectivos para reducir la erosión.

Considerando que el viento es el agente que causa la erosión es necesario definir como se mueve el viento para tratar de definir su poder erosivo.

Para conocer la pérdida de suelo que ocurre por el factor eólico en el **SAR** fue necesario adaptar distintas ecuaciones planteadas por diversos autores (Entre ello W. H. Wischmeier y D.D. Smith en 1965; E. L. Skidmore y N. P. Woodruff en 1968).

Fue necesario calcular primero los siguientes valores:

- **PECRE**: Periodo de crecimiento (días con lluvia al año).
- **IAVIE**: Índice de agresividad del viento.
- **CATEX**: Calificación de textura y fase.
- **CAUSO**: Calificación por uso de suelo.

La fórmula para calcular la erosión eólica en ton/ha/año es:

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

$$Erosión\ eólica = IAVE * CATEX * CAUSO$$

Obtención del periodo de crecimiento (**PECRE**), que se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo. La fórmula es la siguiente:

PECRE = 0.2408 (Precipitación) – 0.0000372 (Precipitación)^2 – 33.1019

Con el periodo de crecimiento, se calculó el "índice de agresividad del viento" (**IAVIE**), mediante la siguiente fórmula:

IAVIE = 160.8252 – 0.7660 (PECRE)

La calificación de textura y fase (**CATEX**); de las texturas, se consideraron solo la textura fina y media. Los valores atribuidos a las fases y texturas del suelo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.51. Fases y texturas de suelos.

CATEX	Textura y fase
0.2	Gruesa
0.3	Media
0.1	Fina
0.5	Fase pedregosa o gravosa

El **CAUSO** se obtuvo conociendo los valores de calificación por la remoción de la vegetación y realizando también, un promedio ponderado, donde se incluyeron todos los tipos de vegetación presentes en la **SAR**, **AP**, **AI**. A continuación, se presentan los valores de **CAUSO** para cada tipo de vegetación.

Tabla IV.52. Valores de CAUSO por tipo de vegetación

CAUSO	Vegetación
0.8	Agrícola
0.1	Bosque
0.12	Pastizal o pradera
0.11	Pastizal inducido
0.15	Matorral
0.4	Sin vegetación aparente
0.13	Vegetación secundaria (otras coberturas vegetales)
0.05	Humedal
0	Área urbana, asentamientos humanos, cuerpos de agua

$$Causo = \frac{(CAUSO\ tipo\ de\ veg_1 * Sup\ veg_1 + CAUSO\ tipo\ de\ veg_2 * Sup\ veg_2 + CAUSO\ tipo\ de\ veg_n * Sup\ veg_n)}{Superficie\ del\ SAR, AI\ y\ AP}$$

Tabla IV.53. Clases de degradación de suelos

Clase de degradación	Valor de erosión eólica (ton/ha/año)
Sin erosión	Menor de 12
Ligera	De 12 a 50
Moderada	De 50 a 100
Alta	De 100 a 200
Muy alta	Mayor de 200

Resultados

Erosión hídrica

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

De acuerdo con los resultados de la estimación de la erosión hídrica se observa que actualmente en el **SAR** la tasa de erosión hídrica es de 0.42 ton/ha/año, mientras que en el **AI** es de 0.74 ton/ha/año, finalmente, en el área por afectar del **AP** la tasa de erosión obtenida es de 0.75 ton/ha/año. Dichas tasas de erosión se clasifican como bajas de acuerdo con Montes-León et al. (2011), al encontrarse esta última por debajo de 50 ton/ha/año.

Al extrapolar las tasas de erosión hídrica obtenidas a la superficie total de cada una de las áreas de estudio se obtuvo que actualmente hay una pérdida de suelo de 7,545.53 ton/año en el **SAR**, en el **AI** es de 405.15 ton/año y en el área por afectar del **AP** es de 114.97 ton/año.

Mientras que, en un escenario en que ya se hubiera implementado el **Proyecto**, la erosión hídrica se incrementa, pasando de 0.75 ton/ha/año a 2.32 ton/ha/año, lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie pasa de 114.97 ton/año a 355.51 ton/año, con un incremento de 240.54 ton/año, manteniéndose en una clasificación baja; este incremento a nivel del **SAR** representa el 3.09% y en el **AI** es del 37.25%, mientras que para el **AP** representa 3.1 veces.

Tabla IV.54. Resumen de resultados de la estimación de erosión hídrica actual en las tres áreas del proyecto**.**

Área del proyecto	Erosión hídrica SAR	Valor	Clasificación
SAR	Tasa de erosión (ton/ha/año)	0.42	Baja
	Pérdida de suelo (ton/año)	7,545.53	
AI	Tasa de erosión (ton/ha/año)	0.74	Baja
	Pérdida de suelo (ton/año)	405.15	
AP	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	0.75	Baja
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	114.97	
	Tasa de erosión (ton/ha/año) remover vegetación	2.32	Baja
	Pérdida de suelo (ton/año) remover vegetación	355.51	

Tabla IV.55. Resumen de resultados de la estimación del incremento de erosión hídrica al ejecutar el proyecto.

Incremento de erosión hídrica			
Pérdida de suelo (ton/año) SAR	7,545.53	7,786.07	3.09%
Pérdida de suelo (ton/año) AI	405.15	645.70	37.25%
Pérdida de suelo (ton/año) AP actual	114.97	240.54	3.1
Pérdida de suelo (ton/año) AP remover vegetación	355.51		

Erosión eólica

Respecto a la erosión eólica, como se observa en la siguiente tabla, en el **SAR** la tasa es de 4.10 ton/ha/año, mientras que en el **AI** es de 6.37 ton/ha/año, finalmente, en área por afectar del **AP** es de 8.58 ton/ha/año. Dichas tasas de erosión se clasifican como “sin erosión”, al encontrarse por debajo de 12 ton/ha/año.

Al extrapolar las tasas de erosión obtenidas a la superficie total del **SAR** se obtuvo que actualmente hay una pérdida de suelo por erosión eólica de 73,941.87 ton/año, en el **AI** es de 3,493.18 ton/año y en el área por afectar del **AP** es de 1,312.44 ton/año.

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

Tabla IV.56. Resumen de resultados de la estimación de erosión eólica actual en las tres áreas del proyecto**.**

Área del proyecto	Erosión hídrica SAR	Valor	Clasificación
SAR	Tasa de erosión (ton/ha/año)	4.10	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año)	73,941.87	
AI	Tasa de erosión (ton/ha/año)	6.37	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año)	3,493.18	
AP	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	8.58	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	1,312.44	
	Tasa de erosión (ton/ha/año) remover vegetación	8.65	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año) remover vegetación	1,323.15	

Mientras que, en un escenario en que ya se hubiera implementado el **Proyecto**, la Tasa de erosión eólica pasa de 8.57 a 8.65 ton/ha/año, y por ende, el volumen de perdida de suelo se incrementa 1.01 veces, es decir, pasa de 1,312.44 ton/año a 1,323.15 toneladas anuales, con un incremento de 10.71 ton/año, este incremento a nivel del **SAR** representa el 0.02% y en el **AI** es del 0.35%, mientras que para el **AP** esto representa un incremento de 1.01 veces, sin embargo, la clasificación de la erosión sigue siendo baja.

Tabla IV.57. Resumen de resultados de la estimación del incremento de erosión eólica al ejecutar el proyecto.

Incremento de erosión eólica			
Pérdida de suelo (ton/año) SAR	73,941.87	73,954.27	0.02%
Pérdida de suelo (ton/año) AI	3,493.18	3,505.58	0.35%
Pérdida de suelo (ton/año) AP actual	1,312.44	10.71	1.01 veces
Pérdida de suelo (ton/año) AP remover vegetación	1,323.15		

IV.5.4.3 Análisis vinculatorio con el proyecto.

Las actividades del **Proyecto** no cambiaran el tipo de suelo presente en el área, sin embargo, pueden existir algunos problemas de contaminación por el uso y manejo inadecuado de aceites y combustibles usados por la maquinaria o por un derrame en caso de averías; por otro lado, podría suceder o generarse el mismo impacto por el manejo inadecuado de residuos en las diferentes etapas del **Proyecto**. Asimismo, habrá una modificación del suelo por el incremento en la tasa de erosión, debido a la remoción de la vegetación no forestal por las actividades de limpieza y despalme durante las etapas de preparación de sitio y construcción.

Con respecto a las condiciones erosivas del suelo, estas se verán incrementadas con la pérdida de vegetación pese a que esta no sea de tipo forestal, así como por las actividades de trazo y nivelación del terreno, la erosión hídrica pasaría de 0.75 ton/ha/año a 2.32 ton/ha/año, lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie pasa de 114.97 ton/año a 355.51 ton/año, con un incremento de 240.54 ton/año, manteniéndose en una clasificación baja; este incremento a nivel del **SAR** representa el 3.09% y en el **AI** es del 37.25%, mientras que para el **AP** representa 3.1 veces.

En cuanto a la erosión eólica, una vez removida la vegetación, la tasa de erosión pasa de 8.58 a 8.65 ton/ha/año, y por ende, el volumen de perdida de suelo se incrementa 1.01 veces, es decir, pasa de 1,312.44 ton/año a 1,323.15 toneladas anuales, con un incremento de 10.71 ton/año, este incremento a nivel del **SAR** representa el 0.01% y en el **AI** es del 0.31%. sin embargo, la clasificación de la erosión sigue siendo baja.

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

Caben mencionar que los procesos erosivos principalmente eólicos, seguirán dentro del **SAR**, y la tendencia de dichas tasas de erosión es el incremento, dado que se trata de áreas agrícolas, donde actualmente existe presión sobre el suelo, ya que las tierras de cultivo son más vulnerables a lluvias y vientos. Además, las prácticas agrícolas pueden provocar la erosión del suelo debido a la reducción de la biodiversidad, tanto en la variedad de la vegetación como en los microorganismos del suelo. A su vez, la fertilización o el riego excesivos, la labranza convencional, el monocultivo, el sobrepastoreo, son actividades que favorecen la erosión del suelo.

Anexos memorias de cálculo

En el **Anexo.IV.4. Memorias de cálculo servicios ambientales,** se adjunta al presente las memorias de cálculo de las operaciones realizadas para obtener la caracterización de riesgo de los servicios ambientales aquí descritos para cada una de las ares del proyecto, **SAR**, **AI** y **AP.**

IV.6 Cambio climático

Los rápidos cambios climáticos que se han registrado durante los últimos 30 años a nivel mundial han provocado numerosas transformaciones en la distribución y abundancia de las especies, causando ya alteraciones en gran variedad de ecosistemas (Chapin et al., 2000; Walther et al., 2002; Parmesan & Yohe, 2003; Root et al., 2003). Según Thomas et al. (2004) un cambio climático mínimo produciría la extinción del 18% de las especies conocidas, mientras que un cambio máximo del 35% de especies. De acuerdo al IV Informe del IPCC, aproximadamente el 20 - 30% de las especies de plantas y animales posiblemente se encontraran en un aumento de peligro de extinción si la temperatura global media se excede en 1.5 - 2.5º C (IPCC, 2007). Estas proyecciones son preocupantes especialmente en áreas que se caracterizan por poseer una alta riqueza de biodiversidad, con alto índice poblacional y elevadas tasas de destrucción de hábitats naturales como es el caso de los Andes Tropicales.

Para anticiparse a estas amenazas y priorizar acciones de conservación, en los últimos años se han desarrollado varias herramientas de modelización para predecir la distribución y diversidad de especies. Entre estas se encuentran los modelos de distribución de especies (modelamiento de nicho ecológico) para valorar la potencial respuesta individual al cambio climático. El objetivo general de estos modelos es encontrar una relación entre factores ambientales y la presencia o ausencia de especies en un área geográfica. El modelamiento ecológico son técnicas estadísticas relativamente nuevas muy útiles en estudios de ecología, evolución, biogeografía, conservación y cambio climático (Araújo & Williams, 2000; Graham et al., 2004; Guisan & Thuiller, 2005; Guisan et al., 2006; Martínez-Meyer, 2005; Thuiller et al., 2005b; Elith et al., 2006; Hijmans & Graham, 2006; Pearson, 2006; Thuiller et al., 2008).

Se prevé que el cambio climático tendrá efectos directos sobre los organismos individuales, sobre las poblaciones y sobre los ecosistemas. En cuanto a los individuos, se ha encontrado que el cambio climático podría afectar su desarrollo, fisiología y sus comportamientos durante las fases de crecimiento, reproducción y migración. Por otra parte, es probable también que la modificación en los patrones de precipitación y el aumento de la temperatura (Böhning-Gaese, Jetz, & Schaefer, 2008) afecten la distribución, tamaño, estructura y abundancia de las poblaciones de algunas especies. Lo anterior, sumado a los efectos del cambio climático sobre el ciclo hidrológico, podría afectar las interacciones entre las especies, los ciclos de nutrientes y el funcionamiento, estructura y distribución misma de los ecosistemas. Esto, traería como

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

consecuencia la alteración en los flujos y calidad de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas (IPCC, 2007).

Entre los principales impactos del cambio climático sobre la biodiversidad, se incluyen:

- Afectación de la ecología de bosques nublados, bosques tropicales y hábitats de zonas bajas como arrecifes coralinos y manglares, y los humedales (IPCC, 2007).
- Elevación del nivel del mar que conduciría a la pérdida de ecosistemas de manglar a una tasa de entre el 1% y 2% por año. Esto, a su vez, afectaría la dinámica de poblaciones de algunos tipos de peces, moluscos y mamíferos acuáticos como las ballenas (IPCC, 2007).
- Disminución del tamaño e incluso la extinción de poblaciones de anfibios; este, por ejemplo, podría ser el caso de algunas especies de salamandras y del sapo occidental (BIOMARCC, 2013; Corn, 2005).
- Aumento en la incidencia el hongo quítrido que parasita a algunas especies de anfibios (UNEP, 2010), como la rana toro, la rana arlequín y la rana dorada (Hanselmann et al., 2004).
- Cambios en la estabilidad y sobrevivencia de poblaciones de reptiles como resultado de aumentos en la temperatura. Así, por ejemplo, en el caso de las tortugas, la temperatura ambiente durante la fase de incubación de los huevos determina la proporción de sexos al nacer; y el desarrollo embrionario y el tamaño de los caimanes son afectados por la temperatura. Se prevé que, dados los aumentos previstos de temperatura, a partir del año 2080 algunas especies de cocodrilos solamente producirán machos (BIOMARCC, 2013).
- Cambios en la distribución geográfica de algunas especies como consecuencia de cambios en la distribución de las lluvias. Así, por ejemplo, se ha detectado que la riqueza de especies de aves como los colibríes crece con el aumento en la precipitación; y viceversa (Barrantes et al. 2011; Barrantes, 2009; Fuchs et al. 2010).
- Cambios en la dinámica de las poblaciones de fauna y flora cuyos ciclos de vida dependen del regular funcionamiento de cuerpos de agua cuya dinámica se vería afectada por aumentos en la variabilidad climática y por cambios en la disponibilidad de agua. Lo anterior sería particularmente evidente en las zonas áridas y semiáridas de la región. En todo caso, es factible también que los efectos no siempre sean negativos, y que algunas especies vean aumentado el tamaño de sus poblaciones (IPCC, 2007).
- Afectación de la dinámica de poblaciones que habitan ecosistemas de alta montaña (páramos, lagunas y boques alto andinos) que podrían verse afectadas por los cambios hidrológicos que resulten como consecuencia de la pérdida y retirada de glaciares (IPCC, 2007).
- Afectación de sistemas agrícolas por los cambios, desplazamientos o la extinción local de poblaciones de especies polinizadoras y de controladores biológicos de plagas y enfermedades (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2008).
- Disminución del rendimiento de cultivos de trigo y papa; y aumento del rendimiento de cultivos de maíz, soya y pastos. Esto, como consecuencia de los incrementos previstos de temperatura (Magrin, 2008).

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

- Afectación de las economías rurales y en los hábitos tradicionales de las culturas indígenas como consecuencia de la alteración generada por el cambio climático sobre sus sistemas productivos (IPCC, 2007).

En términos generales, la literatura señala que el cambio climático tendería a aumentar la tasa de pérdida de recursos biológicos; y que sus efectos serían particularmente severos en aquellos ecosistemas que ya se encuentran significativamente alterados por efecto de las actividades humanas. El cambio climático podría entonces inducir cambios en los ecosistemas y acelerar la pérdida de especies en la región. Esto conduciría a una disminución de la oferta de los bienes y servicios que los ecosistemas proporcionan a la sociedad.

Dada la incertidumbre sobre la dimensión de los posibles efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, la necesidad de alcanzar una mayor comprensión sobre la dinámica de las especies y sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas en medio de un entorno climático cambiante resulta ser apremiante. Dada la incertidumbre sobre la dimensión y distribución geográfica de los efectos del cambio climático sobre los individuos, las especies y los ecosistemas, el fortalecimiento de la capacidad de predicción de esos efectos y de sus impactos económicos y sociales se convierte en un reto de la mayor importancia (Hooper, 2012).

Ahora bien, se hizo una revisión de las **Proyecciones de cambio climático por estado, basado en la información del Atlas interactivo del Grupo de Trabajo I del IPCC (https://interactive-atlas.ipcc.ch/) con respecto a la climatología 1981-2010.** Estas proyecciones muestran las anomalías de las temperaturas y el porcentaje de cambio de la precipitación, con respecto a las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por sus siglas en inglés) y las Trayectorias de Concentración Representativa (RCP, por sus siglas en inglés). En los mapas se representa el escenario más pesimista (SSP5 RCP 8.5) a largo plazo (2081-2100).

Las fichas climáticas muestran información por estado de datos socioeconómicos, clima, desastres, proyecciones de cambio climático, vulnerabilidad al cambio climático, áreas naturales protegidas e instrumentos institucionales para la atención al cambio climático.

De manera específica, para el municipio de Loma Bonita, donde se encuentra inmerso el **SAR**, **AI** y **AP** dicha información presenta los posibles escenarios de cambio climático a corto, mediano y largo plazo principalmente en las variables de temperatura y precipitación, teniendo que:

Precipitación: a corto plazo en un periodo de 2021 a 2040 se tendría una disminución del -1.47% alcanzando un porcentaje de -12.79 a largo plazo en una proyección de 2081 a 2100.

Tabla IV.58. Porcentaje (%) de cambio en la precipitación para el municipio de Loma Bonita, donde se ubica el **SAR**, **AI** y **AP**.

Periodo	SSP1 RCP 2.6	SSP2 RCP 4.5	SSP3 RCP 7	SSP5 RCP 8.5
Corto Plazo (2021 - 2040)	0.51	-0.22	-1.47	-0.82
Mediano Plazo (2041 - 2060)	-0.55	-1.15	-4.75	-4.49
Largo Plazo (2081 - 2100)	-0.6	-4.11	-11.4	-12.79

Temperatura media: en cuanto a la temperatura máxima, se tiene que, a corto plazo, podría incrementarse entre 1.03 y 1.15 °C, mientras que en un largo plazo la temperatura pudiera incrementar hasta 4.60°C,

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

siendo este el escenario mas pesimista y menos deseado, dado que representaría grandes problemas para la flora y la fauna, y un proceso de adaptación poco viable.

Tabla IV.59. Anomalía de temperatura media (°C) para el municipio de Loma Bonita, donde se ubica el **SAR**, **AI** y **AP**.

Periodo	SSP1 RCP 2.6	SSP2 RCP 4.5	SSP3 RCP 7	SSP5 RCP 8.5
Corto Plazo (2021 - 2040)	1.03	1.06	1.02	1.15
Mediano Plazo (2041 - 2060)	1.35	1.6	1.81	2.12
Largo Plazo (2081 - 2100)	1.41	2.41	3.65	4.6

En esta misma fuente[4], se presentan las gráficas de nivel de vulnerabilidad para el municipio de Loma Bonita, lugar donde se encuentra inmerso el **SAR**, **AI** y **AP**. Destacando la siguiente información:

Tabla IV.60. Nivel de vulnerabilidades para el municipio de Loma Bonita, donde se ubica el **SAR**, **AI** y **AP**.

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Asentamientos humanos a inundaciones				
Asentamientos humanos a deslaves				
Población al incremento en distribución del dengue				
Producción forrajera a estrés hídrico				
Producción ganadera extensiva a inundaciones				

En consulta de otras fuentes de información como la CONABIO, sobre el tema de Cambio Climático**, la carta temática de Cambio en la distribución potencial de mamíferos terrestres de México de la CONABIO**, en la que se estima el cambio en la disponibilidad de condiciones climáticas favorables para la presencia de especie de mamíferos en México ante escenarios de cambio climático, identificando áreas de distribución potencial estable, de ganancia y de pérdida, representadas con la riqueza potencial de especies de mamíferos en una escala de 0 a 153.

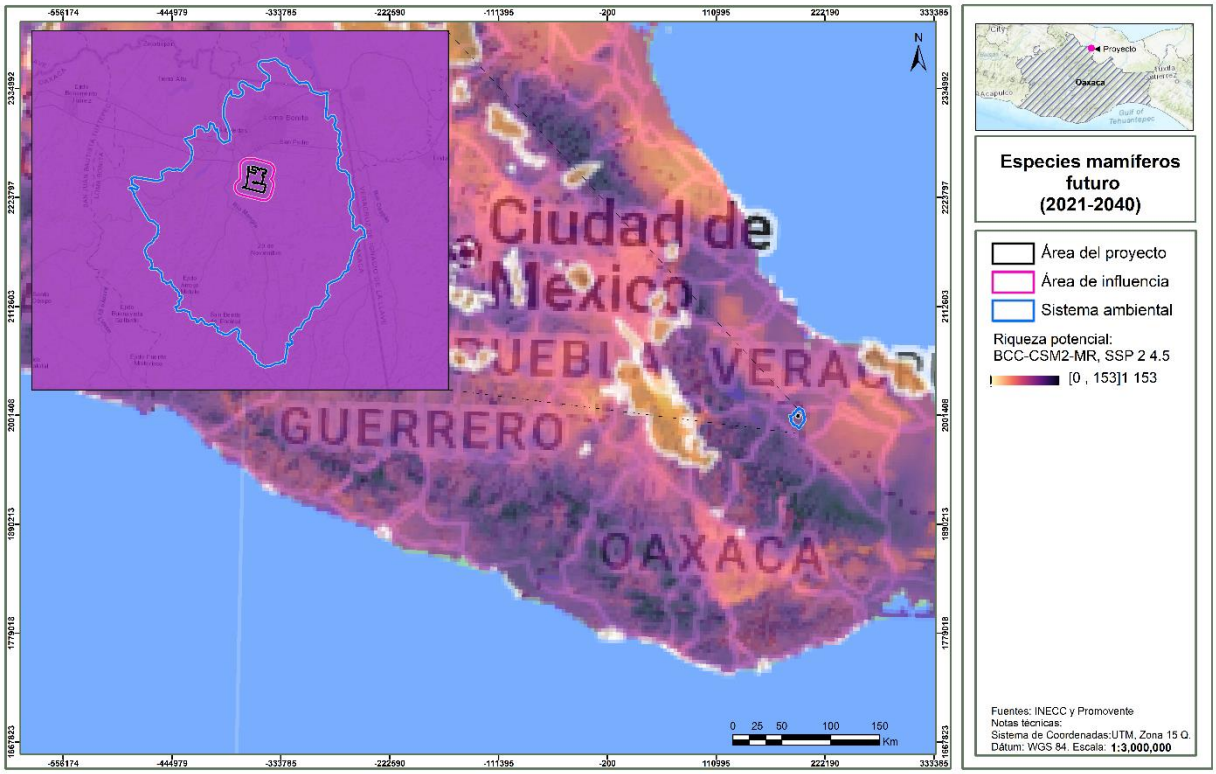
El modelo que utiliza la CONABIO para esta estimación, corresponde a la modelación del nicho ecológico para el presente y bajo proyecciones de clima futuro. Se utilizaron los registros de presencia de la especie y 19 variables bioclimáticas (~10 km2) del periodo 2021-2040.

La siguiente imagen corresponde a las zonas que potencialmente tendrán condiciones climáticas adecuadas para albergar un mayor número de especies de mamíferos, dentro del **SAR**, **AI** y **AP** del proyecto. Como se puede observar, la tendencia es la disminución de la distribución de los mamíferos que actualmente se registran ahí, muy probablemente, debido al incremento de la temperatura local, lo que provocará el desplazamiento de los animales hacia sitios con mayor oportunidad de sobrevivencia y disponibilidad de alimento. La distribución potencial de mamíferos en la zona de estudio puede alterar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, y las interacciones de estos con los ciclos biológicos.

[4] https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/Proyecciones/municipios/index.html?munId=20044&entId=20, información consultada el 11 de marzo de 2024.

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

Figura IV.48. Cambio en la distribución potencial de mamíferos terrestres en el **SAR, AI y AP**.



IV.6.1 Calentamiento global

Una de las características del planeta Tierra que ha permitido el desarrollo de la vida es su distancia con el Sol que mantiene un ambiente poco extremoso. A pesar de las grandes diferencias de temperatura entre los polos y el ecuador y de las variaciones entre invierno y verano, el clima de nuestro planeta es relativamente estable. La temperatura promedio de 15° C mantiene gran parte del agua en estado líquido.

A pesar de esta estabilidad en la temperatura, desde el origen de la Tierra el clima ha tenido fluctuaciones originando épocas cálidas a épocas frías.

En un principio la atmósfera estaba compuesta de helio, hidrógeno, amonio y metano. Con la intensa actividad volcánica fue cambiando su composición con vapor de agua, bióxido de carbono, y nitrógeno. Los primeros organismos fotosintetizadores, y más tarde las plantas, contribuyeron substancialmente a modificar la atmósfera terrestre aumentando la proporción de oxígeno. Actualmente la composición de la atmósfera es el producto de las actividades de los seres vivos y contiene nitrógeno (78.08%), oxígeno (20.95%), vapor de agua (0.247%), argón (0.93%), bióxido de carbono (0.038%) y trazas de elementos como hidrógeno, helio y otros gases.

La composición actual de la atmósfera permite la estabilidad de la temperatura. La Tierra recibe energía del Sol en forma de radiación. El 70% de la energía es absorbida calentando la tierra, el mar y la atmósfera y el

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

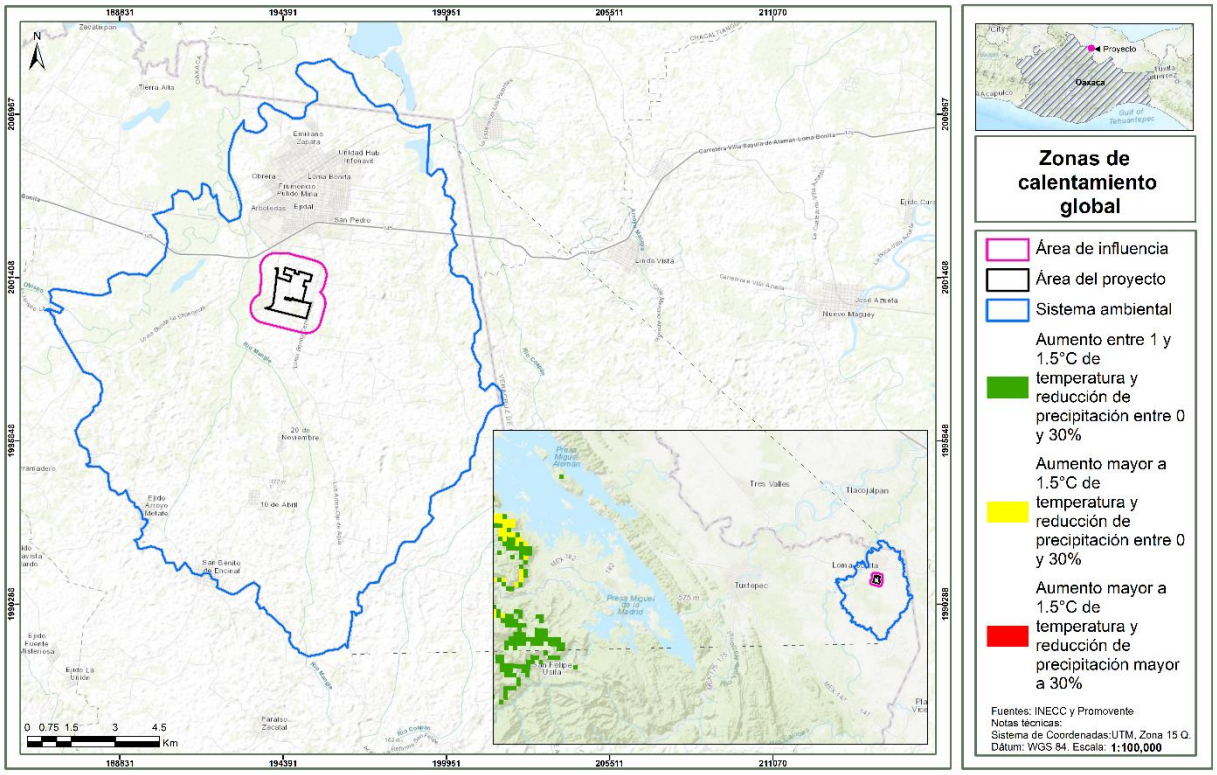
30% es reflejada. El vapor de agua, bióxido de carbono, ozono y metano de la atmósfera absorben las radiaciones infrarrojas emitidas por la superficie terrestre originando el "efecto de invernadero".

El aumento de las actividades industriales utilizando combustibles fósiles y la deforestación han aumentado las concentraciones de bióxido de carbono de niveles preindustriales de 270 partes por millón a 375 partes por millón (2005). Otros gases también han aumentado como resultado de las actividades humanas.

El clima del planeta está cambiando, se estima que la temperatura promedio global ha aumentado en aproximadamente 1 ºC, en lo relativo al periodo de 1850-1900, siendo esto más evidente en el hemisferio norte que en el hemisferio sur. En el caso de la precipitación, aunque tiene una gran complejidad espacial y alta variabilidad temporal, se ha observado que desde 1970, la precipitación ha aumentado principalmente en latitudes superiores a los 30º de latitud. A finales del siglo XXI, a partir de varios Modelos Generales de Circulación Atmosférica, se proyecta que el aumento de la temperatura terrestre podría ser de entre 2.5 y 5°C, y que el incremento del nivel medio del mar podría ser de entre 45 y 82 centímetros. Adicionalmente, es probable que la precipitación continúe aumentando en las latitudes altas y que disminuya en las zonas subtropicales (IPCC 2013).

De acuerdo con la carta temática de Zonas de Calentamiento Global en el **SAR**, **AI** y **AP** no se registran alteraciones a la temperatura y precipitación, no obstante, se ejecutarán medidas de prevención, mitigación y prevención a las posibles afectaciones que el desarrollo del proyecto genere al ecosistema.

Figura IV.49. Zonas de calentamiento global en el **SAR**, **AI** y **AP**.



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

IV.6.2 Adaptación al cambio climático

Si bien, la perdida de los servicios ambientales depende de diversos factores a distintas escalas estatales y regionales, no solamente del impacto que el desarrollo de proyectos como el que nos ocupa, ocasiona al ambiente. De manera particular y a medida de lo posible, el desarrollo del proyecto, busca en todo momento minimizar el impacto a los distintos factores ambientales, así como la adaptación al cambio climático. En todo momento se tiene presente la aplicación de estrategias y medidas de carácter preventivo, de mitigación y/o compensación, con la finalidad de hacer un proyecto ambientalmente viable y responsable.

Como ya se mencionó, el proyecto consiste en el desarrollo de una Planta Fotovoltaica, la cual además de ser una estrategia de adaptación al cambio climático, pues se muestra como una de las tecnologías renovables más eficientes en la lucha contra el cambio climático, el uso de paneles solares ofrece una variedad de beneficios ambientales como:

- Emisiones de carbono reducidas: La generación de electricidad tradicional depende en gran medida de combustibles fósiles, que liberan gases de efecto invernadero nocivos. La energía solar reduce las emisiones de carbono, lo que genera un aire más limpio y un menor impacto en el cambio climático.
- Preservación del hábitat de la vida silvestre: La instalación de paneles solares reduce la necesidad de ampliar la infraestructura, lo que ayuda a preservar el hábitat natural de la vida silvestre dentro de los parques nacionales.
- Protección de los recursos naturales: La energía solar reduce la demanda de carbón, gas natural y otros recursos no renovables, lo que ayuda a conservar nuestros limitados recursos naturales.

El desarrollo de las energías renovables es imprescindible si queremos frenar el cambio climático y luchar por que todos los habitantes del planeta tengan acceso a electricidad.

Adicional a lo anterior, se puede mencionar que el **Proyecto** tendrá impactos positivos como:

Aumento de áreas de refugio: La experiencia en el seguimiento ambiental de plantas solares fotovoltaicas nos ha permitido comprobar que la cantidad de pequeños refugios o nidos en soportes de la instalación aumenta de manera exponencial para las especies ubiquistas[5]. Esto, junto a las condiciones de tranquilidad reinantes en la zona de implantación anteriormente descritas, permiten la existencia de especies como lagomorfos, paseriformes, etc. que podrán servir de alimento a otras (rapaces, mesomamíferos, etc.)

Áreas libres de herbicidas y plaguicidas: parte del desplante del proyecto será sobre terrenos donde se practica agricultura, por lo que con la ejecución del proyecto se dejarán de aplicar plaguicidas y herbicidas. Por tanto, el impacto ambiental positivo vendrá dado por la reducción drástica en el uso de estos productos perjudiciales para la entomofauna y que eliminan por completo las hierbas adventicias (que sirven de alimento y refugio a estos) Esto generará importantes beneficios no sólo para estas poblaciones sino en aquellas que se alimentan de estos (aves y micromamíferos principalmente).

[5] [animal, vegetal] Que se adapta a medios ecológicos muy diferentes.

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

IV.7 Medio socioeconómico.

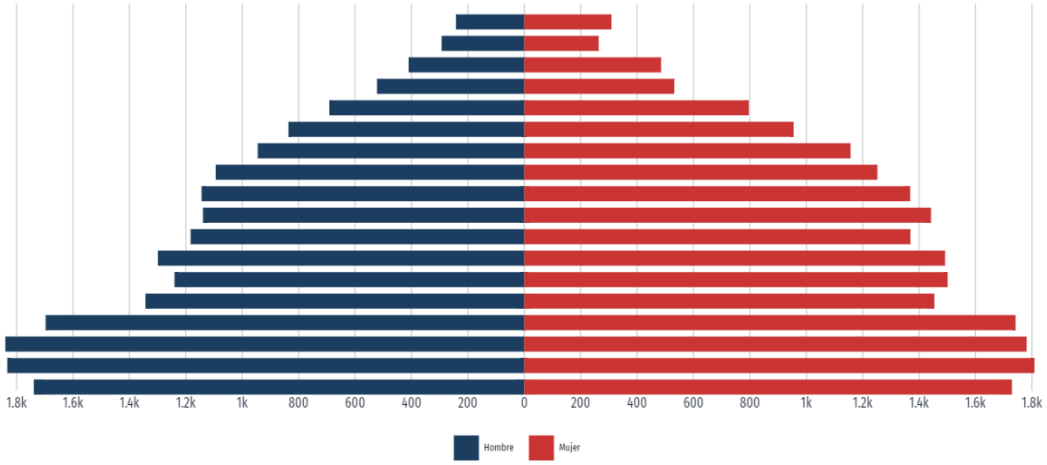
En este apartado se presenta la descripción y análisis del medio socioeconómico de la zona en donde se ubican el **SAR**, **AI** y **AP**. Para ello, se consideraron las principales actividades económicas que se desarrollan en el municipio donde incide directamente el **AI** y **AP**, el cual corresponde a **Loma Bonita en el estado de Oaxaca**, considerando el comportamiento de los diferentes sectores económicos presentes, cuya dinámica es el fundamento de la economía del área a nivel local. Los datos que a continuación se presentan fueron tomados del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020 y la página de la secretaria de economía www.economia.gob.mx.

IV.7.1 Contexto municipal

En 2020, la población en Loma Bonita fue de 40,934 habitantes (47.6% hombres y 52.4% mujeres). En comparación a 2010, la población en Loma Bonita decreció un -1.45%.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (3,642 habitantes), 10 a 14 años (3,621 habitantes) y 0 a 4 años (3,468 habitantes). Entre ellos concentraron el 26.2% de la población total.

Figura IV.50. Pirámide población total del municipio de Loma Bonita 2020.



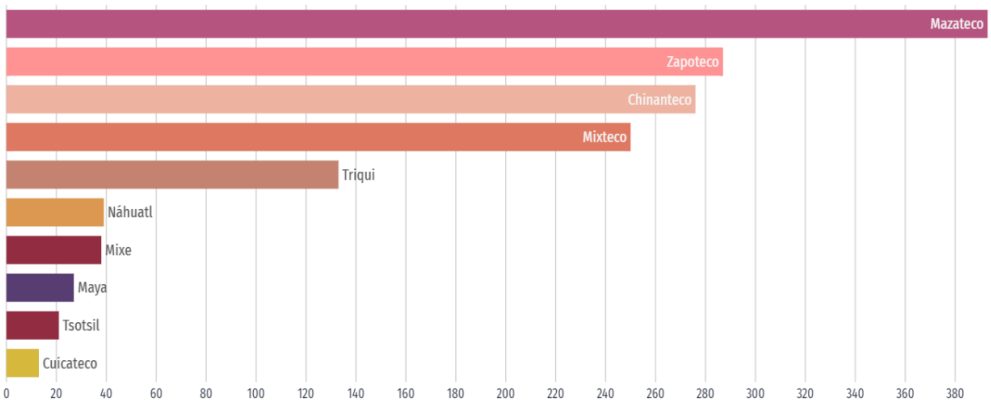
Población que habla alguna lengua indígena

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 1.52k personas, lo que corresponde a 3.72% del total de la población de Loma Bonita.

Las lenguas indígenas más habladas fueron Mazateco (393 habitantes), Zapoteco (287 habitantes) y Chinanteco (276 habitantes).

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

Figura IV.51. Principales lenguas indígenas habladas por la población del municipio de Loma Bonita.



Nivel de escolaridad

En 2020, los principales grados académicos de la población de Loma Bonita fueron Primaria (9.19k personas o 34.9% del total), Secundaria (7.75k personas o 29.4% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (4.28k personas o 16.2% del total).

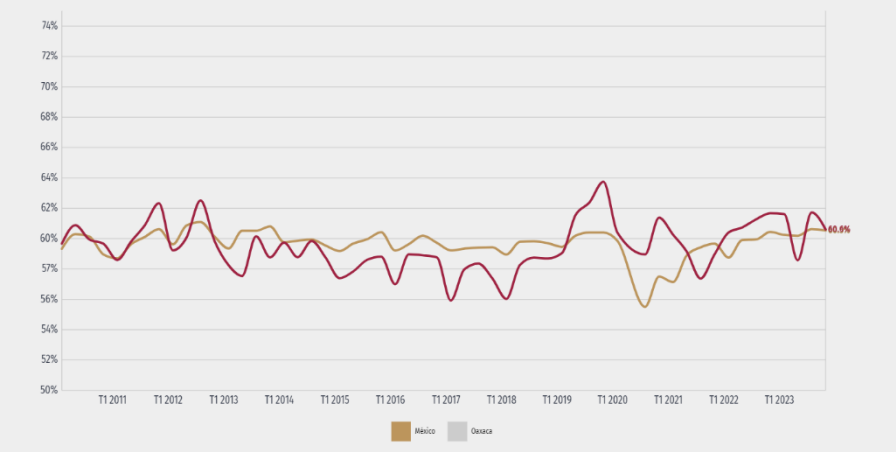
La tasa de analfabetismo de Loma Bonita en 2020 fue 10.4%. Del total de población analfabeta, 41.7% correspondió a hombres y 58.3% a mujeres.

Población económicamente activa

Para este dato, no se encontró información a nivel municipal, por lo que se presentará dentro del contexto estatal, encontrando que, en el cuarto trimestre de 2023, la tasa de participación laboral en Oaxaca fue 60.6%, lo que implicó una disminución de 1.12 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (61.7%).

La tasa de desocupación fue de 1.54% (29.6k personas), lo que implicó una disminución de 0.39 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (1.94%)

Figura IV.52. Evolución de la población económicamente activa en Oaxaca.



[redacted]

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

La población ocupada en Oaxaca en el cuarto trimestre de 2023 fue 1.89M personas, siendo inferior en 2.57% al trimestre anterior (1.94M ocupados).

El salario promedio mensual en el cuarto trimestre de 2023 fue de $3.85k MX siendo superior en $76.3 MX respecto al trimestre anterior ($3.77k MX).

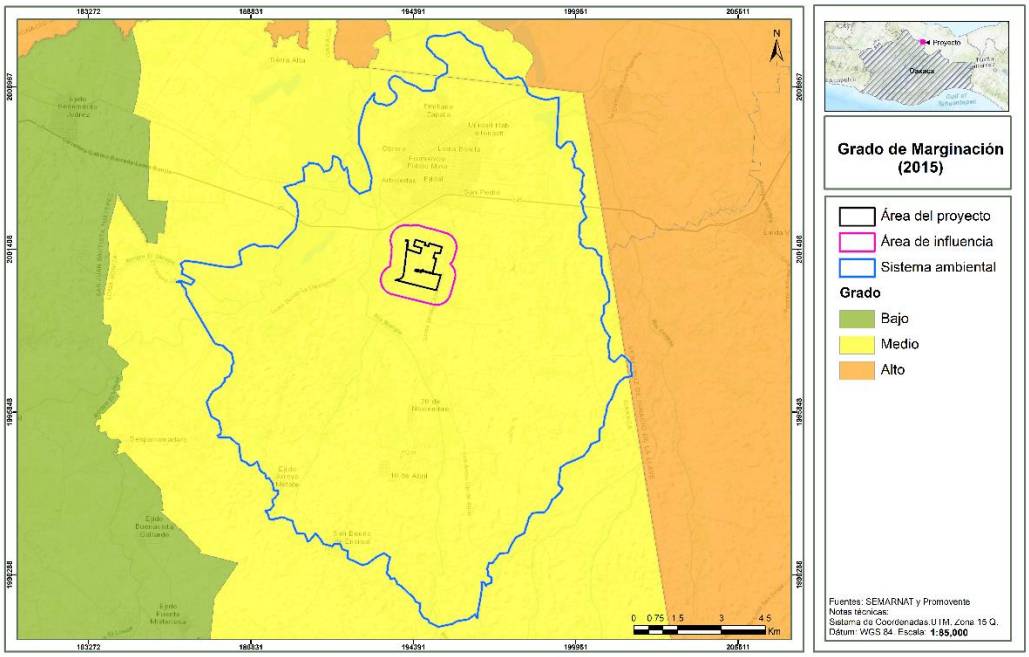
En cuarto trimestre de 2023, Oaxaca tuvo 1,893,143 ocupados. Las ocupaciones con más trabajadores durante el cuarto trimestre de 2023 fueron Trabajadores en el Cultivo de Maíz Y/O Frijol (260k), Trabajadores de Apoyo en Actividades Agrícolas (190k) y Empleados de Ventas, Despachadores y Dependientes en Comercios (113k)

Índice de marginación

El índice de marginación, elaborado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), clasifica a la población según sus carencias en cuanto a educación, vivienda, ingresos y distribución por tipo de localidad. Desde su primer cálculo en 1990, ha sido un indicador útil para identificar el nivel de carencias y la falta de oportunidades para el desarrollo de la población en el país.

Para el caso del municipio de Loma Bonita, de acuerdo con el Atlas Digital Geográfico del Medio Ambiente, 2019 de la SEMARNAT,[6] se reporta que el grado de marginación es **Medio**, por lo que se infiere que en términos generales la población presenta un nivel de carencias en cuanto a educación, vivienda, ingresos y distribución por tipo de localidad.

Figura IV.53. Índice de marginación para el municipio de Loma Bonita.



[6] Información consultada en la página https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador2Beta/index.html, el 11 de marzo de 2024

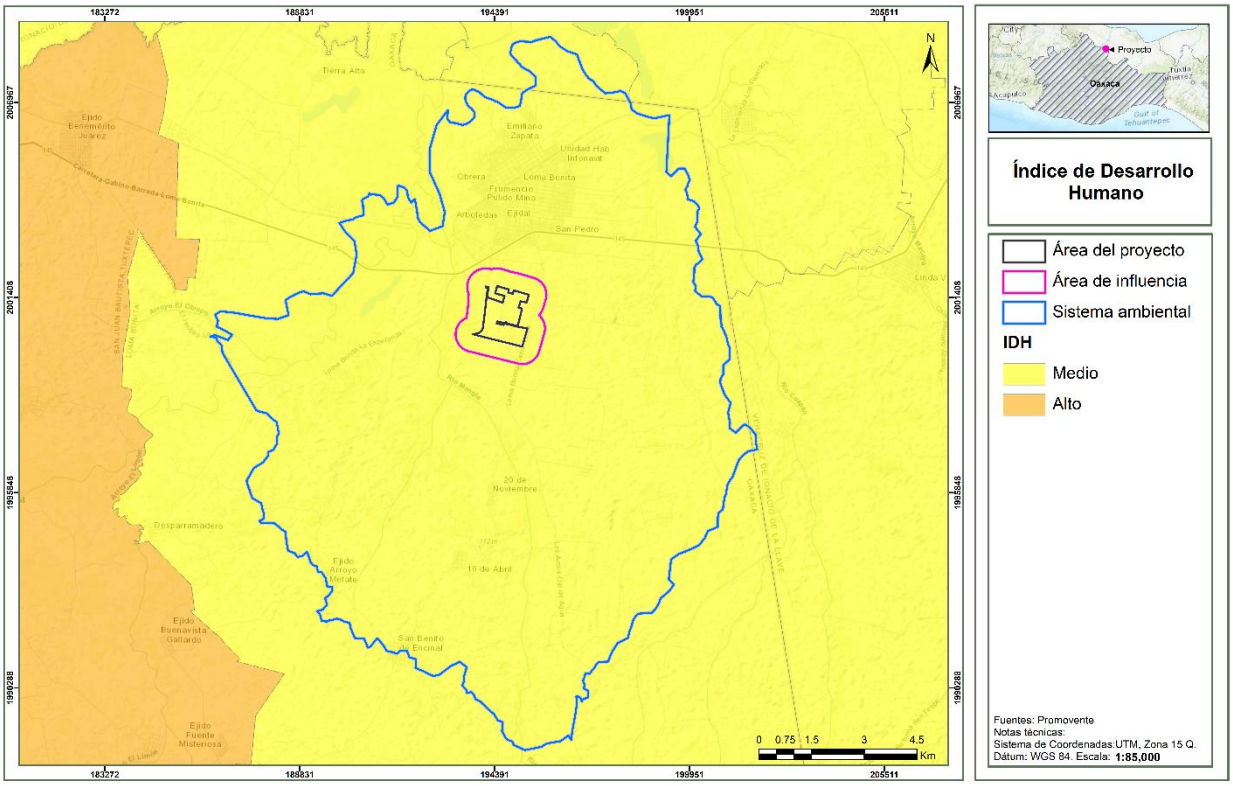
[redacted]
Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Índice de desarrollo humano

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), es un indicador del nivel de desarrollo de la población con respecto a salud, educación e ingreso. En México, su primer cálculo se realizó con datos del año 2000, y su edición más reciente a nivel nacional corresponde al año 2017. A nivel municipal, el último cálculo fue en el año 2015.

Para la zona donde se ubica el proyecto, se indica que el índice de desarrollo humano es **Medio**, por lo que se puede inferir, que en términos generales la población del municipio de Loma Bonita, tiene acceso limitado a servicios de salud, educación y percibe ingresos.

Figura IV.54. Índice de desarrollo humano para el municipio de Loma Bonita.



IV.7.1.1 Vinculación con el proyecto

Con la implementación del proyecto se prevé la generación de empleos, la derrama económica para el país, el estado y el municipio, ya que como se mencionó con anterioridad, México es considerado uno de los cinco países más atractivos en el mundo para inversión en proyectos de energía solar y se ubica dentro del llamado "cinturón solar", aunque ocupa el lugar 27 con una contribución de tan solo el 0.71%. De acuerdo con la Iniciativa Solar, un estudio de la Asociación Mexicana de Energía Solar Fotovoltaica (Asolmex), elaborado en coordinación con PWC (PriceWaterhouseCoppers),

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

México cuenta con una irradiación solar promedio de 6.36 kWh/m² por día, lo que le otorga el potencial de instalar más de 1,800 gigawatts de capacidad en zonas con factores de planta mayores a 20%, es decir, 28 veces la capacidad total instalada en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN)

No obstante, a nivel municipal la derrama económica se verá favorecida por la compra de insumos locales, el aumento al servicio de transporte público y compra de combustible, por las personas que se desplacen al lugar de trabajo en las tres etapas de desarrollo del proyecto, al mismo tiempo se creará infraestructura de servicios que favorecerá las emisiones a la atmosfera del estado.

El desarrollo de este Proyecto contribuirá con la instalación de una planta de energía solar fotovoltaica de potencia nominal, aumentando a la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica renovable y contribuir a satisfacer la demanda del Sistema Eléctrico Nacional.

Adicionalmente, el desarrollo del Proyecto traerá consigo beneficios sociales como:

- Creación de empleo: Con datos de mayo de 2019, 11 millones de personas trabajaban en 2018 en energías renovables en el mundo. Son un 7% más que los 10,3 millones de empleos registrados en 2017. Nunca antes las energías limpias habían dado tanto trabajo. El sector ofrece muchos tipos de empleos diferentes: en la fabricación, instalación, ingeniería, ventas, marketing especializados en energía solar fotovoltaica.
- Rentas para el mundo rural: Las energías renovables proporcionan una fuente adicional de ingresos para los propietarios de tierras y los municipios rurales.

Ahora bien, según un informe publicado por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), si aumentase el uso de energías renovables, el producto interior bruto (PIB) percibiría un aumento hasta el 1,1% para 2030.

Finalmente, otro beneficio social de la energía solar es su capacidad de llegar hasta lugares recónditos, donde el acceso a la electricidad convencional es un lujo o no existe la posibilidad de acceder a este bien. Por tanto, la introducción de un sistema solar inagotable, mejora el bienestar y el nivel de vida de diferentes regiones.

IV.8 Paisaje.

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos (citando a Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales.

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (citando a Dunn, 1974, MOPT 1993). Se puede considerar como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural escaso y valioso.

No se debe olvidar que un paisaje, conceptualmente, existe como recurso solo si existen observadores que puedan apreciarlo.

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

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. Sin embargo, la evaluación de la calidad del paisaje presenta la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

Tabla IV.61. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje**.**

La visibilidad	Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.
La calidad paisajística	Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como Inter visibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y aspectos geomorfológicos.
La fragilidad del paisaje	Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población temporal o estable deben ser tomados en cuenta.

Para el análisis del paisaje se delimitaron en primera instancia las siguientes actividades o factores:

Área del proyecto (AP)	Es el espacio físico que se ocupa para desarrollar el proyecto. Sus límites corresponden a las demarcaciones físicas del mismo. El **Proyecto** se ubicará en el municipio de Loma Bonita en el estado de Oaxaca, el cual ocupara una superficie de 153.014 ha.
Área de influencia del proyecto (AI):	El concepto de este espacio geográfico se asume en este documento como lo indica la guía para elaborar la **MIA-R**, que lo define como: “el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que altera algunos elementos naturales”. El **AI** se determinó tomando como base las características de las obras y actividades que forman parte del **Proyecto** considerándose sus límites, alcances y su naturaleza. El **AI** definida para el proyecto tiene una superficie de 547.9914 ha. El **SAR** envuelve la totalidad de las obras y actividades que integran al **Proyecto** e incluye el área de influencia (**AI**), que es un área considerada para el amortiguamiento de los impactos a los componentes ambientales del sitio; todo ello dentro de un sistema que mantiene una relativa homogeneidad en sus características bióticas y abióticas, este abarca una superficie de 18,035.2233 ha.
Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores	La concentración demográfica más cercana corresponde al centro de población del municipio de Loma Bonita, el cual se encuentra al norte del **AP**, a 0.69 km. Se realizarán actividades de cercado, para evitar el ingreso de personal ajeno al **AP**, de igual forma, el acceso al AP será a través de vialidades existentes, como la carretera Loma Bonita -Mixtán.

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

	Adicionalmente, se contemplan caminos internos al **AP** para el personal operativo de la misma, esto incluye accesos vehiculares y peatonales. Por lo anterior, se infiere que las únicas personas que lograran percibir el desarrollo del proyecto, son aquellas que visiten directamente el **AP** o bien, transiten o realicen actividades muy cerca de la zona, como el personal que se dedica a la agricultura o las personas que se desplacen a su lugar de trabajo.

IV.8.1 Identificación y delimitación de unidades paisajísticas

La identificación y delimitación de las unidades paisajísticas en el **SAR**, **AI** y **AP** se realizó considerando la siguiente definición de "unidad de paisaje" y la metodología para su identificación de acuerdo con Escribano et al. (1991), MOPT (1993) y Muñoz-Pedreros (2004).

Las unidades de paisaje (UP) son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar. Una UP debiera ser lo más homogénea posible con relación a su valor de paisaje (calidad visual) y valor de fragilidad. La unidad es una agregación ordenada y coherente de las partes elementales (Escribano et al. 1991).

Si se entiende la calidad visual como una cualidad, esto es, como función de un determinado número de parámetros es imprescindible determinar cuáles son esos parámetros, los que pasarán a ser los elementos constitutivos o categorías estéticas que se deberán considerar (MOPT, 1993). De este modo, se definirán y delimitarán las UP como una serie de "espacios" cerrados con características propias.

Metodología para la determinación de las unidades de paisaje

Las unidades de paisaje se establecen con base en aspectos visuales o de carácter de los factores considerados como definitorios del paisaje. Para determinar una UP se siguió el procedimiento que se describe en seguida:

- Determinar el componente central, que es el más representativo en el área de estudio, por ejemplo, puede tomarse la vegetación o el relieve.
- Cartografiar el área de estudio generando unidades homogéneas en base al elemento central escogido.
- Agregar los componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas.

De acuerdo con la definición y metodología anterior, se procedió a la delimitación de las unidades paisajísticas, considerando como componente central los tipos de vegetación y usos de suelo derivado del trabajo de campo.

Ahora bien, para definir el componente central de este proyecto, se consideró que la mayoría de los observadores que transiten por el **AP** o el **AI**, lo harán caminando o en vehículos particulares, para realizar actividades de agricultura en los terrenos aledaños, sin embargo, es una actividad que no se encuentra directamente relacionada con el desarrollo del Proyecto, porque el uso de suelo dominante es la Agricultura, de temporal semipermanente no se consideró como componente central para el análisis del paisaje.

Partiendo de lo anterior, y de acuerdo resultado del trabajo de campo, se obtuvieron 6 usos de suelo y tipos vegetación dentro del **SAR**, 4 tipos de coberturas para el **AI** y 2 coberturas para el **AP**. El Pastizal cultivado es el uso dominante, se registra en las 3 áreas interés (**SAR, AI** y **AP**) en mayor cantidad, teniendo que para el **SAR** ocupa una superficie del 67.38%, en el **AI** el 54.41% y en el **AP** el 58.52%, mientras que la agricultura de temporal semipermanente es el otro uso dominante, dado que se encuentra representado en el 16.54% del **SAR**, el 41.12% del **AI** y el 41.48% en el **AP**.

Finalmente, la vegetación de tipo forestal corresponde a vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia, la cual únicamente se reporta en el **SAR** y **AI** ocupando una superficie de 9.14% y 3.33%

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

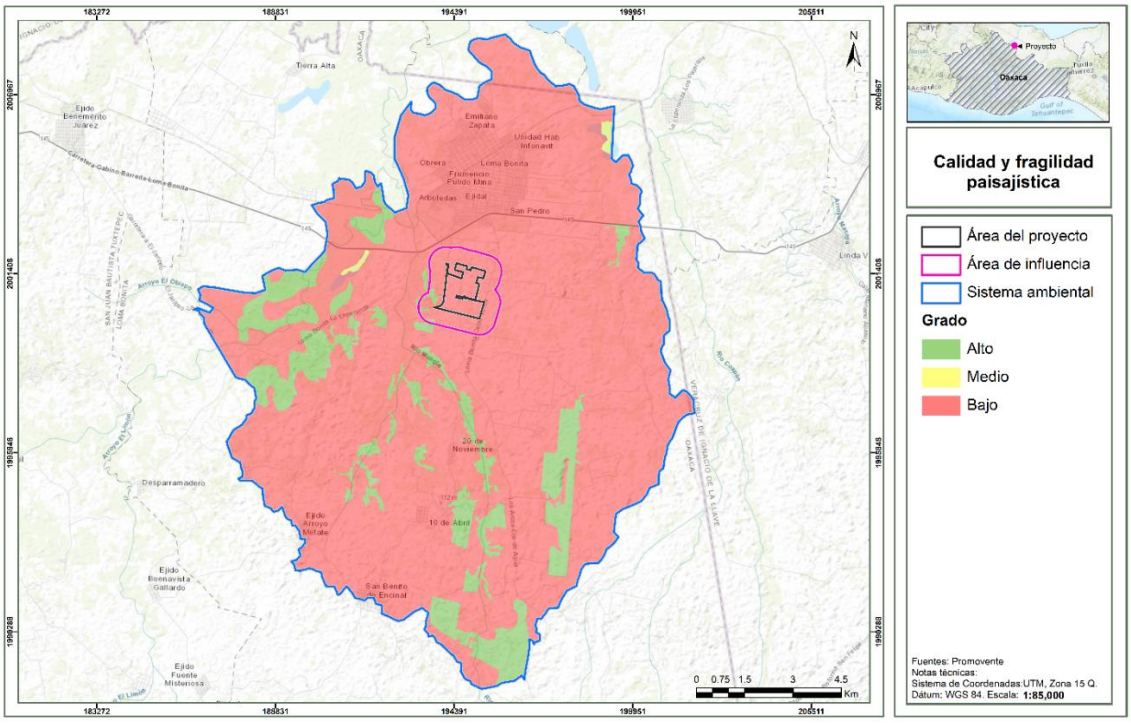
respectivamente, al mismo tiempo en el **SAR** converge la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia, ocupando una superficie igual al 2.25%.

Derivado de la información previamente descrita, en primera instancia, se utilizó un **Sistema de Información Geográfica** (ArcGis 10.8), para realizar una evaluación preliminar de los elementos naturales y antrópicos del **SAR** y por ende del **AI** y **AP**, pudiendo advertir las zonas más susceptibles a sufrir degradaciones e introducir variaciones en el paisaje.

Con el ejercicio anterior, pudimos determinar cartográficamente las zonas más sensibles del **SAR** analizando cartografía básica como el uso de suelo y vegetación, la distribución de las especies, la presencia de carreteras o la densidad de las masas de vegetación. De esta forma asignamos un valor a cada atributo ambiental, en una escala del 1 al 3 donde, 1 corresponde a zonas degradadas, infraestructura, asentamientos humanos, o cualquier otro uso de suelo que represente una constante presión al paisaje, estás se representan en color rojo dentro del mapa, 2 corresponde a áreas cuyos atributos naturales se encuentran perturbados, pero aún son capaces de soportar cambios en el paisaje, y 3, son las zonas con una mayor capacidad dentro del paisaje para soportar cambios y amortiguar los impactos producidos en las unidades paisajísticas.

Como resultado de lo antes mencionado, se obtuvo que el paisaje dentro del **SAR**, **AI** y **AP**, se encuentra, en términos generales, degradado y con una **calidad y fragilidad paisajística Baja**, debido a las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona y al cambio de uso de suelo que se ha provocado por los desmontes de la vegetación original para establecer campos de cultivo.

Figura IV.55. Calidad y fragilidad del paisaje dentro del **SAR**, **AI** y **AP**.



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

IV.8.2 Valoración del paisaje

Se realizó la valoración de la calidad y fragilidad paisajística de cada una de las unidades identificadas por sección del **Proyecto**, de acuerdo con la metodología presentada en esta sección, cuya forma de aplicación para evaluar la calidad del **SAR, AI** y **AP** se explica en cada apartado.

Calidad paisajística

Incluye tres aspectos de percepción que a continuación se describen:

1. Las características intrínsecas del sitio, que se definen en función de la morfología, vegetación, puntos de agua y rasgos paisajísticos sobresalientes.
2. La calidad visual del entorno inmediato, situado a cierta distancia visual, y en ella se aprecian valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.
3. La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el **Proyecto**.

Estos aspectos, sus criterios y valores, así como la forma en que fueron aplicados para evaluar la calidad de cada una de las unidades de paisaje del **SAR, AI** y **AP** se explican en la siguiente tabla, es importante señalar que los componentes analizados y criterios se ajustaron de manera que expresarán con mayor claridad y menor subjetividad las características que le confieren calidad al paisaje evaluado en el área de estudio.

Tabla IV.62. Escala de referencia utilizada para determinar la calidad visual**.**

Clase	Rango de Puntuación	Descripción
A	19 a 33	Área de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes
B	12 a 18	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales
C	0 a 11	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura

Ahora bien, en la siguiente tabla se presenta la evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntuación para el sitio en el que se ubican el **SAR, AI** y **AP**.

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

Tabla IV.63. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para el sitio del Proyecto**.**

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación						SAR, AI y AP	
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio de aplicación	Valor
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado. Prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy similar y dominante	5	Relieve variado en tamaño. Presencia de formas erosivas, pero no dominantes o excepcionales.	3	Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular.	1	El **SAR**, **AI** y **AP** presenta una morfología homogénea, formada de valles y un rango altitudinal de 0 a 200 msnm, ningún detalle singular.	**1**
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución heterogéneas (de alta diversidad)	5	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	3	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación	1	En el **SAR**, **AP** y **AI**, predomina la presencia vegetación de agricultura y pastizal cultivado, la vegetación forestal únicamente se tiene en el **SAR** con la presencia de vegetación secundaria arbustiva de selva alta y mediana perennifolia pero en muy poca proporción con respecto a la superficie total del **SAR.**	**1**
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	5	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	3	Ausente o inapreciable	0	En el **SAR, AI** y **AP,** se presentan escurrimientos de tipo intermitentes, pero no cuerpos de agua.	**3**
Color	Combinación de color intensas y variadas o contrastes agradables	5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	3	Poca variación de color o contraste, colores apagados	1	Dado que no hay variedad en tipos de vegetación, tampoco hay presencia de variación de colores.	**1**
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	0	El paisaje adyacente corresponde a zonas agrícolas y asentamientos humanos.	**0**
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional	6	Característico, aunque similar a otros en la región	2	Bastante común en la región	1	El **SAR, AI y AP** se ubican bajo un paisaje común en la región	**1**
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	5	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	2	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	0	Las tres áreas, **SAR**, **AI** y **AP** presentan modificaciones intensas y extensas por las actividades agrícolas.	**0**
							∑=	**7**

La valoración del **SAR**, **AI** y **AP**, para la calidad visual resultó ser de 7 puntos, por lo que se cataloga en la clase C, correspondiente a áreas de **calidad Baja**, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.

IV.8.3 Fragilidad del paisaje

Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios (CAV) que ahí se produzcan, es decir, recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Los criterios empleados para el análisis de este componente se especifican en la siguiente tabla, explicándose la forma de aplicación para las unidades paisajísticas establecidas.

Tabla IV.64. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV**.**

Factor	Condiciones	Valores		SAR, AI y AP
		Nominal	Numérico	
Pendiente (S)	Inclinado (Pendiente > 55 %)	Bajo	1	**2**
	Inclinación suave (Pendiente de 25 - 55 %)	Moderado	2	
	Poco Inclinado (Pendiente de 0 - 25 %)	Alto	3	
Diversidad de vegetación (D)	Diversificada e interesante	Alta	3	**1**
	Diversidad media, repoblaciones	Media	2	
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales sin vegetación o mono específica	Baja	1	
Estabilidad del suelo y Erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1	**2**
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Moderado	2	
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3	
Contraste suelo / vegetación (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación	Alto	3	**1**
	Contraste moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2	
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1	
Potencial de regeneración de vegetación (R)	Potencial bajo o sin vegetación	Bajo	1	**1**
	Potencial moderado	Moderado	2	
	Potencial alto	Alto	3	
Contraste suelo /roca (C)	Contraste alto	Alto	3	**1**
	Contraste moderado	Moderado	2	
	Contraste bajo o inexistente	Bajo	1	
			∑=	**8**

De acuerdo con la tabla anterior, la suma de los factores del paisaje considerados para la evaluación del CAV es 8. Con los valores obtenidos se aplicó la siguiente relación:

$$CAV = S*(E+R+D+C+V)$$

Donde:
S= Pendientes.
E= Erosionabilidad del suelo.
R= Vegetación, potencial de regeneración.
D= Diversidad de vegetación.
C=Contraste suelo/roca.
V=Contraste suelo/vegetación.

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

CAV = 2 *(1+2+1+1+1) = 12

El resultado obtenido se compara con una escala de referencia que representa los factores considerados, las condiciones en las que se presentan y los puntajes asignados a cada condición.

Tabla IV.65. Escala de referencia CAV**.**

Escala	Valor
Bajo	< 15
Moderado	15 a 30
Alto	> 30

El valor de **CAV** obtenido es de 12, lo que indica que el área corresponde a una zona con **fragilidad paisajística bajo**, por lo que no se tiene la capacidad para absorber los cambios por la introducción de elementos artificiales, cuyos elementos se encuentran condicionados a las evidencias de alteración y condiciones ambientales en el **SAR**, **AI** y **AP**.

Es necesario tomar en cuenta para este factor, la valoración de la sociedad, puesto que se trata de un concepto perceptual donde la sociedad es la receptora y la que apreciaría las modificaciones que sufriría el paisaje por la presencia del **Proyecto**. En este sentido, es importante señalar que dentro del **AI y AP** la presencia de población que percibiría los cambios en el paisaje es el centro de población del municipio de Loma Bonita que se encuentra a 0.69 km al Norte del **AP**, de igual manera las personas que transiten por la carretera Loma Bonita -Mixtán, o bien, aquellas que visiten directamente el **AP**, transiten o realicen actividades muy cerca de la zona, como el personal que se dedica a la agricultura o las personas que se desplacen a su lugar de trabajo.

IV.9 Diagnostico ambiental.

Este apartado tiene como objetivo analizar la información recabada para cada uno de los factores ambientales bióticos, abióticos y socioeconómicos presentes en el **SAR, AI** y **AP,** mismos que fueron descritos a lo largo del presente capítulo; para lo cual en primer lugar se definieron los indicadores de calidad ambiental a emplear para posteriormente realizar una síntesis del inventario y con esta información formular un diagnóstico del área de estudio en su situación actual.

IV.9.1 Indicadores de calidad ambiental

En la siguiente tabla se describen los indicadores de calidad ambiental, varios de los cuales fueron tomados de diferentes fuentes bibliográficas oficiales tales como del INEGI, CONABIO, CONAPO, CONAGUA, INECC y artículos científicos; mientras que, de aquellos factores ambientales sin indicadores disponibles en la región, tales como aire y confort sonoro, se establecieron los que se indican con fines descriptivos.

Tabla IV.66. Indicadores de calidad ambiental.

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
Abiótico	Clima	Índice de vulnerabilidad al cambio climático (INECC, 2022)	Indicador que mide el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos. El Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio	Índice de vulnerabilidad a inundaciones Baja: 0 a 0.41 Media: 0.42 a 0.82 Alta: 0.83 a 1.23 Muy alta: 1.24 a 1.64
				Índice de vulnerabilidad a deslaves

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

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
			Climático (ANVCC), contiene 6 clases de vulnerabilidad[7], de las cuales se seleccionaron 2 para la descripción del área de estudio: vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones y a deslaves actual.	Baja: 0 a 0.44 Media: 0.45 a 0.88 Alta: 0.87 a 1.31 Muy alta: 1.32 a 1.77
	Suelos	Clase de erosión hídrica	El grado de desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción del agua y que son acelerados por la acción del hombre.	Baja <50 ton/ha/año
				Media 50-100 ton/ha/año
				Considerable 100-150 ton/ha/año
				Alta 150-200 ton/ha/año
				Muy alta 200-250 ton/ha/año
				Extrema >250 ton/ha/año
		Clase de erosión eólica	El grado de desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción del viento y que son acelerados por la acción del hombre.	Sin erosión <12 ton/ha/año
				Ligera 12-50 ton/ha/año
				Moderada 50-100 ton/ha/año
				Alta 100-200 ton/ha/año
				Muy alta >200 ton/ha/año
	Hidrología	Disponibilidad media anual (DMA)	Es el volumen medio anual de agua subterránea que, cuando es positivo, puede ser extraído de un acuífero para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas. Cuando este valor es negativo indica un déficit.	Disponibilidad
				Déficit
		Cantidad	Balance hídrico Consiste en cuantificar y sumar los flujos de en-trada y salida de la cuenca, así como aquéllos de consumo y retorno que ocurren en su interior, para obtener la variación del volumen de agua durante el intervalo en el que se cuantifican los flujos (INEGI).	Se indican los volúmenes de escurrimiento y precipitación, susceptibles de modificarse con la implementación del Proyecto.
	Aire	Calidad del aire	Fuentes emisoras de gases de combustión, cercanía con las principales carreteras estatales y federales.	Se describe la condición a nivel de SAR, AI y AP mediante la presencia de fuentes antropogénicas generadoras de emisiones o ruido; principalmente fuentes móviles y de área.
		Confort sonoro	Fuentes emisoras de ruido, cercanía con las principales carreteras estatales y federales.	
Biótico	Biodiversidad (flora y fauna)	Índices de diversidad de Shannon (Margaleft, 1972 y Moreno, 2001)	Índice Shannon: uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, el índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.	Diversidad alta: H' > 3
				Diversidad alta: H' entre 2 y 3
				Diversidad alta: H' < 2
		Presencia de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	Especies presentes en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última actualización 2019.	E: probablemente extinta en el medio silvestre. P: en peligro de extinción. A: amenazada. Pr: sujeta a protección especial.
Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística	Se refiere a las características del paisaje que presentan valores de estética, singularidad y	Alta

[7] Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones, vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves, vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue, vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones, vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico y vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.

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

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
		(Escribano *et al*., 1991, MOPT, 1993 y Muñoz-Pedreros, 2004)	naturalidad, incluye tres aspectos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.	Media
				Baja
		CAV / Fragilidad (Escribano *et al*., 1991)	Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios que ahí se produzcan, a mayor CAV menor fragilidad y viceversa.	Alta
				Media
				Baja
Socioeconómico	Condiciones de vida de la población	Grado de marginación (CONAPO, 2020)	Es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.	Muy alto
				Alto
				Medio
				Bajo
				Muy bajo
	Factores económicos	Empelo y ocupación	Población de 12 años y más económicamente activa, ocupada o desocupada en la semana de referencia.	PEA ocupada
				PEA desocupada

IV.9.2 Síntesis del inventario y calidad ambiental

De acuerdo con la información presentada a lo largo de este capítulo, y considerando

los indicadores de calidad ambiental descritos en la tabla anterior, en seguida se presenta la síntesis del inventario, el cual resume las condiciones actuales del **SAR, AI** y **AP**.

Tabla IV.67. Síntesis del inventario ambiental y su calidad actual en el SAR, AI y AP.

Factor ambiental	Indicador	SAR-AI		AP
Clima	Vulnerabilidad a inundaciones	Medio		
	Vulnerabilidad a deslaves	Medio		
Suelos	Clase de erosión hídrica	Laminar grado Leve a Moderado		Laminar grado leve
	Clase de erosión eólica	Sin erosión		Sin erosión
Hidrología	Disponibilidad media anual del acuífero	148.4 millones de metros cúbicos anuales.		
	Balance hídrico	**P= 100%** **Et= 82%** **Es= 5%** **I= 13%**	P= 100% Et= 82% Es= 6% I= 13%	P= 100% Et= 82% Es= 4% I= 15%
Flora	Índices de diversidad de Shannon	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia y Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia Diversidad media	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia Diversidad Baja	Agricultura de temporal semipermanente Pastizal cultivado
	Presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o endémicas.	*Cedrela odorata* (Cedro) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Protección especial	**Sin especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010**	

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

Factor ambiental	Indicador	SAR-AI		AP
Fauna	Índices de diversidad de Shannon	Diversidad Media		
	Presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	3 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	2 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	5 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Paisaje	Calidad paisajística	Baja		
	CAV / fragilidad	Baja		
Socioeconómico	Grado de marginación	Medio		
	Índice de desarrollo humano	Medio		

IV.9.3 Descripción de la calidad ambiental

Clima

El clima es un componente abiótico en constante variación, por lo que es complicado predecir los cambios en este componente, así como el estado de conservación o deterioro regional que guarda. Tradicionalmente, se ha conocido el clima y el tiempo atmosférico a través del estudio de las variables que los afectan de manera más directa, como la temperatura atmosférica, el viento que se encuentra cerca de la superficie de la Tierra, las precipitaciones en sus distintas formas (lluvia, nieve, granizo), humedad, tipo y cantidad de nubes, y la radiación solar. Estas variables son observadas cada hora por una gran cantidad de estaciones climatológicas y meteorológicas (IPCC, s/a).

En el **SAR** se identifican dos tipos de unidades climáticas: el cálido húmedo y subhúmedo, mientras que el clima en la totalidad del **AI** y **AP**, corresponde a cálido subhúmedo. El clima cálido húmedo se caracteriza por presentar poca oscilación térmica, tanto a lo largo del día como en el transcurso del año, esto significa que la diferencia entre la menor temperatura del año o del día en relación con la mayor, está por debajo de los 10°C. Así, se observa que en este tipo de clima las condiciones de temperaturas son elevadas (22°C como temperatura media anual aproximadamente) y estables casi todo el año (Servicio Meteorológico Nacional, 2021). El clima cálido subhúmedo tiene una temperatura media anual por encima de los 20 °C, y suele presentar poca oscilación térmica durante el día, sin embargo, tiene una estación de lluvias definida comúnmente en los meses de verano con una temperatura de 22 °C aproximadamente, y una temporada invernal seca con una temperatura mayor a los 18 °C (Servicio Meteorológico Nacional, 2021).

El microclima puede resultar afectado por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos, de los cuales se identificó un peligro medio por sequía, muy bajo para heladas, un peligro Bajo para Ciclones tropicales, muy bajo por Granizo y muy alto para inundaciones, de acuerdo con el CENAPRED.

Suelos

Las actividades del proyecto no cambiaran el tipo de suelo presente en el área, sin embargo, pueden existir algunos problemas de contaminación por el uso y manejo inadecuado de aceites y combustibles usados por la maquinaria o por un derrame en caso de averías; por otro lado, podría suceder o generarse el mismo impacto por el manejo inadecuado de residuos en las diferentes etapas del **Proyecto**. Asimismo, habrá una modificación del suelo por el incremento en la tasa de erosión debido a la remoción de la vegetación no forestal por las actividades de limpieza y despalme durante las etapas de preparación de sitio y construcción.

Con respecto a las condiciones erosivas del suelo, estas se verán incrementadas con la pérdida de vegetación pese a que esta no sea de tipo forestal, así como por las actividades de trazo y nivelación del terreno, la

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

erosión hídrica pasaría de 0.75 ton/ha/año a 2.32 ton/ha/año, lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie pasa de 114.97 ton/año a 355.51 ton/año, con un incremento de 240.54 ton/año, manteniéndose en una clasificación baja; este incremento a nivel del **SAR** representa el 3.09% y en el **AI** es del 37.25%, mientras que para el **AP** representa 3.1 veces.

En cuanto a la erosión eólica, una vez removida la vegetación, la tasa de erosión pasa de 8.58 a 8.65 ton/ha/año, y por ende, el volumen de perdida de suelo se incrementa 1.01 veces, es decir, pasa de 1,312.44 ton/año a 1,323.15 toneladas anuales, con un incremento de 10.71 ton/año, este incremento a nivel del **SAR** representa el 0.01% y en el **AI** es del 0.31%. sin embargo, la clasificación de la erosión sigue siendo baja.

Caben mencionar que los procesos erosivos principalmente eólicos, seguirán dentro del **SAR**, y la tendencia de dichas tasas de erosión es el incremento, dado que se trata de áreas agrícolas, donde actualmente existe presión sobre el suelo, ya que las tierras de cultivo son más vulnerables a lluvias y vientos. Además, las prácticas agrícolas pueden provocar la erosión del suelo debido a la reducción de la biodiversidad, tanto en la variedad de la vegetación como en los microorganismos del suelo. A su vez, la fertilización o el riego excesivos, la labranza convencional, el monocultivo, el sobrepastoreo, son actividades que favorecen la erosión del suelo.

Hidrología

Dentro del **SAR** se pueden encontrar varios escurrimientos naturales, que tienen su origen en la cabecera municipal y dirigen su cauce hacia las afueras; en direcciones diferentes, llegando a desembocar en el río Obispo, afluente del río Papaloapan, que se encuentra en la margen derecha de la cabecera municipal de Loma Bonita, y otros escurrimientos dirigen sus cause a Lagunas cercanas.

Con lo que respecta a la Hidrología Subterránea y derivado de los tipos de roca que afloran en el **SAR** las cuales son materiales consolidados con permeabilidad baja, promueven la existencia de escurrimientos superficiales, teniendo así, que en el **SAR** se presentan 239 corrientes de tipo intermitente correspondientes al orden 1,2,3 y 5, y 91 corrientes de tipo perenne de los órdenes del 1 al 5, sumando un total de 255.09 km dentro el **SAR**. Así mismo, en el **AI** se presentan 11 corrientes de tipo intermitente con una longitud total de 5.45 km, finalmente **en el AP solo se registran 3 corrientes de tipo intermitente con una longitud de 2.43 km, estas últimas corrientes no resultarán afectadas toda vez que la topografía del terreno es prácticamente plana (30 msnm) y dichas escorrentías se presentan únicamente en eventos de lluvia extrema, adicional a ello, el diseño del proyecto permitirá que el agua escurra de manera natural toda vez que los paneles se colocarán 1.38 m sobre el nivel del suelo.**

Ahora bien, en cuanto al balance hídrico en el **SAR**, **AI** y **AP**, de acuerdo con los totales obtenidos, se tiene que actualmente en el **SAR** del volumen total de agua que se precipita el 82% se pierde en evapotranspiración, el 5% se escurre y el 13% se infiltra, porcentaje que equivale a 3,631,420.36 m³/año; mientras que, en el **AI** del 100% de la precipitación, el 82% se evapora, el 6% se escurre y el 13% se infiltra, este último equivale a 107,100.53 m³/año; finalmente, en el **AP** en condiciones actuales, del total precipitado, 81.54% se evapora, 3.68% se escurre y 14.78% se infiltra, infiltración que equivale a 34,380.23 m³/año.

Mientras que, una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el **AP**, la evaporación será del 81.54% (189,648.42 m³/año), el escurrimiento será del 8.83% (20,536.93 m³/año) y la infiltración será del 9.63% (22,395.93 m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 11,984.30 m³/año, lo que representa

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

el 34.86% del total que se infiltra en condiciones actuales en el **AP**; mientras que en el **AI** esta disminución representa el 12.60% y en el **SAR** únicamente el 0.33%.

Finalmente, con relación a la disponibilidad de agua subterránea, se tiene que en el acuífero existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones o asignaciones, en el acuífero Tuxtepec, clave 2010 en el Estado de Oaxaca.

El volumen máximo de agua subterránea que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 148.4 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

Calidad del aire y confort sonoro

Las fuentes naturales son las mayores emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), en la categoría de Emisiones biogénicas las cuales emiten 8,256.86 ton/año de partículas y 2,630.53 ton/año de partículas de NOX. Las fuentes móviles son las responsables de las mayores emisiones de partículas CO, con 1,261.56 ton/año en la categoría de quema de combustibles en fuentes estacionarias y agropecuarias.

La calidad del aire se verá afectada por la generación de partículas suspendidas, ya que el suelo quedará al descubierto al retirar la cubierta vegetal no forestal y por aquellas actividades que impliquen el movimiento de suelo, así como emisiones de humos y gases producidos por la combustión de gasolina y diésel utilizados por la maquinaria y equipo; así como también provenientes de los escapes de los vehículos utilizado en las distintas etapas y actividades del **Proyecto.**

La cantidad de carbono captado por la vegetación presente en la superficie total del **SAR** corresponde a 2,025,301.96 ton/año, en el **AI** es de 51,114.36 ton/año, mientras que en el **AP** corresponde a 13,200.99 ton/año.

Una vez removida la vegetación en el **AP**, se dejará de captar la totalidad del CO_2 captado actualmente en esta zona, es decir las 13,367.02 ton/año; lo cual a nivel del **SAR** representa el 0.66% y en el **AI** corresponde al 26.2%; con esta disminución la cifra de CO_2 captado en la totalidad del **SAR** pasará a 2,011,934.94 ton/año, en el **AI** será de 37,747.33 ton/año y en el **AP** será 0.

Respecto a la generación de oxígeno, la cantidad de oxígeno generado por la vegetación presente en la superficie total del **SAR** que corresponde a 5,400,805.22 ton/año, en el **AI** es de 136,304.95 ton/año y en el **AP** corresponde a 35,202.63 ton/año.

Mientras que, una vez removida la vegetación en el **AP**, se perderá la totalidad del oxígeno que actualmente se genera en esta zona, es decir las 35,645.40 ton/año; lo cual a nivel del **SAR** representa el 0.66% y en el **AI** corresponde 26.2%; con esta disminución la cifra de oxígeno generado en la totalidad del **SAR** pasará a 5,365,159.83 ton/año, y en el **AI** será de 100,659.56 ton/año, mientras que para el **AP** será 0.

El desarrollo del **Proyecto** contribuirá directamente en la disminución de gases de efecto invernadero. La energía solar fotovoltaica genera electricidad de forma limpia y se adapta a las necesidades actuales. Entre sus principales beneficios podemos mencionar los siguientes:

No emite Gases de Efecto Invernadero (GEI). Permite generar energía sin contaminar el aire y contribuye a desacelerar el cambio climático. Por ejemplo, si la electricidad que consumen 10 hogares se generara con

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

energía fotovoltaica, se ahorraría la emisión a la atmósfera del CO2 equivalente a lo emitido por recorridos de 58,000 km en un auto promedio al año.

Vegetación

Como resultado del trabajo de campo, se obtuvieron 6 coberturas o usos de suelo y vegetación dentro del **SAR**, 4 tipos de coberturas para el **AI** y 2 coberturas para el **AP**.

El Pastizal cultivado es el uso dominante, se registra en las 3 áreas del Proyecto en mayor cantidad, teniendo que para el **SAR** ocupa una superficie del 67.38%, en el **AI** el 54.41% y en el **AP** el 58.52%, mientras que la agricultura de temporal semipermanente es el otro uso dominante, pues esta se encuentra ocupando el 16.54% del **SAR**, el 41.12% del **AI** y el 41.48% en el **AP**.

Finalmente, la vegetación de tipo forestal corresponde a vegetación secundaria arbustiva de Selva Alta Perennifolia, la cual únicamente se reporta en el **SAR** y **AI** ocupando una superficie de 9.14% y 3.33% respectivamente, al mismo tiempo en el **SAR** converge la Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia, ocupando una superficie igual al 2.25%.

Para el **Proyecto** se ocupará una superficie de aprovechamiento de 153.014 ha, sin embargo, con relación a los tipos de vegetación a afectar, de la superficie total de desplante del **Proyecto**, componentes tales como Área de módulos, se desplantará sobre 70.166 ha o bien el 45.86% que corresponden a pastizal cultivado, así mismo, se afectarán 50.683 ha o el 33.12% de Agricultura de temporal semipermanente.

El resto de los componentes como área de almacén/oficinas, baterías, caminos, centros de transformación, línea de transmisión, áreas de no afectación, subestación, las zanjas y las Zonas blancas se establecerán sobre Agricultura de temporal semipermanente, así como vegetación de pastizal cultivado.

Finalmente, se reportó la especie *Cedrela odorata* (Cedro) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Protección especial, su presencia solo fue registrada para el **SAR.**

Fauna

El trabajo de campo arrojó como resultado un total de 42 especies de fauna, distribuidas en 3 grupos faunísticos, 15 órdenes y 24 familias, teniendo que el grupo de las aves presento el mayor número de especies con 35 registros, seguido del grupo de los mamíferos con 4 especies y finalmente, el grupo de los réptiles con 3 especies. Del total de especies registradas, dentro del **SAR** se registraron 35 especies, el **AI** 27 especies y en el **AP** 24 especies.

De las 42 especies de fauna reportadas para las tres áreas del proyecto, **SAR**, **AI** y **AP**, únicamente 5 se encuentran bajo alguna categoría de protección, de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT 2010** y la Modificación al Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019 de esta misma norma.

Ahora bien, en cuanto a las especies contempladas en alguna categoría de la **NOM-059- SEMARNAT-2010**, la presencia de estas fue más frecuente a nivel de **AP**, que las reportadas en la zona **SAR** o **AI**, esto como consecuencia de un incremento en la correspondiente riqueza especifica. Bajo este contexto, se propone la implementación de estrictas acciones de carácter preventivo y de rescate de tal forma que se permita garantizar en todo momento la integridad de la fauna, tanto de la zona sujeta a afectación por el desplante

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

del **Proyecto**, como la hallada en el **AI** y **SAR**. En este sentido, dichas acciones serán aplicadas independientemente de que las especies se encuentren o no consideradas en la norma antes mencionada.

Sin embargo, es importante señalar que la instalación de la Planta fotovoltaica no afectará de manera significativa a la fauna, ya que la mayoría de estas especies actualmente están sometidas a las transformaciones antropogénicas ya existentes (zona urbana, agricultura, pastoreo y deforestación) Adicionalmente, la transformación principal del hábitat será puntual (solo el predio donde se desplantará el proyecto).

Paisaje

La valoración realizada para este factor ambiental incluye 3 aspectos: la visibilidad, calidad y fragilidad. Como resultado de su valoración general se obtuvo que el **SAR**, **AI** y **AP** son áreas con una **calidad visual baja**, que corresponde a áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. En cuanto a su fragilidad y capacidad de absorción visual, se encontró que es una zona con **fragilidad paisajística bajo**, por lo que no se tiene la capacidad para absorber los cambios por la introducción de elementos artificiales, cuyos elementos se encuentran condicionados a las evidencias de alteración y condiciones ambientales en el **SAR**, **AI** y **AP**.

Es necesario tomar en cuenta para este factor, la valoración de la sociedad, puesto que se trata de un concepto perceptual donde la sociedad es la receptora y la que apreciaría las modificaciones que sufriría el paisaje por la ocupación del área **Proyecto** o cualquier punto del **SAR** y **AI**. En este sentido, es importante señalar que dentro del **AI** la presencia de población que percibiría los cambios en el paisaje es el centro de población del municipio de Loma Bonita.

Medio socioeconómico

Con la implementación del proyecto se prevé la generación de empleos, la derrama económica para el país, el estado y el municipio, ya que como se mencionó con anterioridad, México es considerado uno de los cinco países más atractivos en el mundo para inversión en proyectos de energía solar y se ubica dentro del llamado “cinturón solar”, aunque ocupa el lugar 27 con una contribución de tan solo el 0.71%. De acuerdo con la Iniciativa Solar, un estudio de la Asociación Mexicana de Energía Solar Fotovoltaica (Asolmex), elaborado en coordinación con PWC (PriceWaterhouseCoppers),

México cuenta con una irradiación solar promedio de 6.36 kWh/m² por día, lo que le otorga el potencial de instalar más de 1,800 gigawatts de capacidad en zonas con factores de planta mayores a 20%, es decir, 28 veces la capacidad total instalada en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

No obstante, a nivel municipal la derrama económica se verá favorecida por la compra de insumos locales, el aumento al servicio de transporte público y compra de combustible, por las personas que se desplacen al lugar de trabajo en las tres etapas de desarrollo del proyecto, al mismo tiempo se creará infraestructura de servicios que favorecerá las emisiones a la atmosfera del estado.

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

El desarrollo de este **Proyecto** contribuirá con la instalación de una planta de energía solar fotovoltaica de potencia nominal, aumentando a la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica renovable y contribuir a satisfacer la demanda del Sistema Eléctrico Nacional.

Adicionalmente, el desarrollo del **Proyecto** traerá consigo beneficios sociales como:

- Creación de empleo: Con datos de mayo de 2019, 11 millones de personas trabajaban en 2018 en energías renovables en el mundo. Son un 7% más que los 10,3 millones de empleos registrados en 2017. Nunca antes las energías limpias habían dado tanto trabajo. El sector ofrece muchos tipos de empleos diferentes: en la fabricación, instalación, ingeniería, ventas, marketing especializados en energía solar fotovoltaica.
- Rentas para el mundo rural: Las energías renovables proporcionan una fuente adicional de ingresos para los propietarios de tierras y los municipios rurales.

Finalmente, otro beneficio social de la energía solar es su capacidad de llegar hasta lugares recónditos, donde el acceso a la electricidad convencional es un lujo o no existe la posibilidad de acceder a este bien. Por tanto, la introducción de un sistema solar inagotable, mejora el bienestar y el nivel de vida de diferentes regiones

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

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO V:

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

PROYECTO:

“PV LOMA BONITA SOLAR”

SOLARIG DEVELOPMENT MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.

TABLA DE CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 4

V.1. Metodología. 5

V.1.1. Identificación de impactos. 6

V.1.2. Caracterización y valoración de los impactos. 7

V.2. Identificación de impactos. 10

V.2.1. Actividades relevantes. 10

V.2.2. Indicadores de los factores ambientales. 11

V.2.3. Identificación de las interacciones. 12

V.2.4. Identificación de los impactos ambiéntales. 15

V.3. Caracterización y valoración de los impactos. 16

V.3.1. Caracterización de los impactos por factor ambiental. 30

V.4. Impactos acumulativos. 35

V.4.1. Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del Sistema Ambiental Regional. 35

V.5. Impactos sinérgicos. 37

V.6. Impactos residuales. 38

V.7. Conclusiones. 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales. 5

Figura V.2. Interacciones identificadas por componente ambiental. 14

Figura V.3. Interacciones identificadas por etapa del proyecto. 14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios 8

Tabla V.2. Actividades del proyecto. 10

Tabla V.3. Factores ambientales e indicadores. 11

Tabla V.4. Matriz general de interacciones del Proyecto (- = interacciones adversas, + = interacciones benéficas). 13

Tabla V.6. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el proyecto (etapa: PS: preparación del sitio, C: construcción, OM: operación y mantenimiento, CA:Desmantelamiento y cierre) 15

Tabla V.7. Justificación de la Valoración de impactos 17

Tabla V.8. Valoración de impactos..... 27

Tabla V.8. Matriz de significancia del impacto con y sin medidas. 30

Tabla V.9. Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en el SAR. 36

Tabla V.10. Impactos sinérgicos del Proyecto. 38

Tabla V.11. Impacto residual del Proyecto. 39

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

El impacto ambiental constituye una modificación al medio. De acuerdo con Espinoza (2001), un impacto ambiental es una alteración provocada por las acciones humanas cuya trascendencia deriva de la vulnerabilidad territorial según el contexto y las características de cada proyecto. Técnicamente puede entenderse que un impacto ambiental no sólo es un cambio, sino que es una alteración de la línea base ambiental que modifica la calidad ambiental (Martín, 2002).

La evaluación de impacto ambiental (**EIA**) tiene como objetivo identificar, predecir, interpretar, prevenir, valorar y comunicar el impacto que la realización de un proyecto, planes, programas o acciones normativas acarreará sobre su entorno (Carter, 1998; Cotán-Pinto, 2007), es decir, sobre el medio ambiente. De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), en términos generales la **EIA** es un proceso de análisis, más o menos largo y complejo, encaminado a que los agentes implicados en los proyectos vinculados a ella formen un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre sus posibles efectos ambientales y sobre la posibilidad de evitarlos, reducirlos a niveles aceptables o compensarlos.

Los diversos constituyentes del medio ambiente, entre los cuales se desarrolla la vida en el planeta, se conocen y estudian bajo el nombre de componentes y factores ambientales. Los factores ambientales son susceptibles de ser modificados por las actividades del hombre y estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar graves problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suele ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores y, entonces, ser fácilmente soportables (Conesa, 2009).

Los factores ambientales considerados por los organismos internacionales competentes pertenecen a los siguientes componentes ambientales (Conesa, 2009):

- El aire, el clima, el agua y el suelo.
- El hombre, la flora y la fauna.
- El paisaje.
- Las interacciones entre los anteriores.
- Los bienes materiales, la calidad de vida y el patrimonio cultural.

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción consecuencia de un proyecto o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. La alteración se mide y el impacto se evalúa por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno, o alguno de los factores que lo constituyen, en ausencia de la actividad causante y la que tiene en presencia de esta (Conesa, 2009; Gómez y Gómez, 2013).

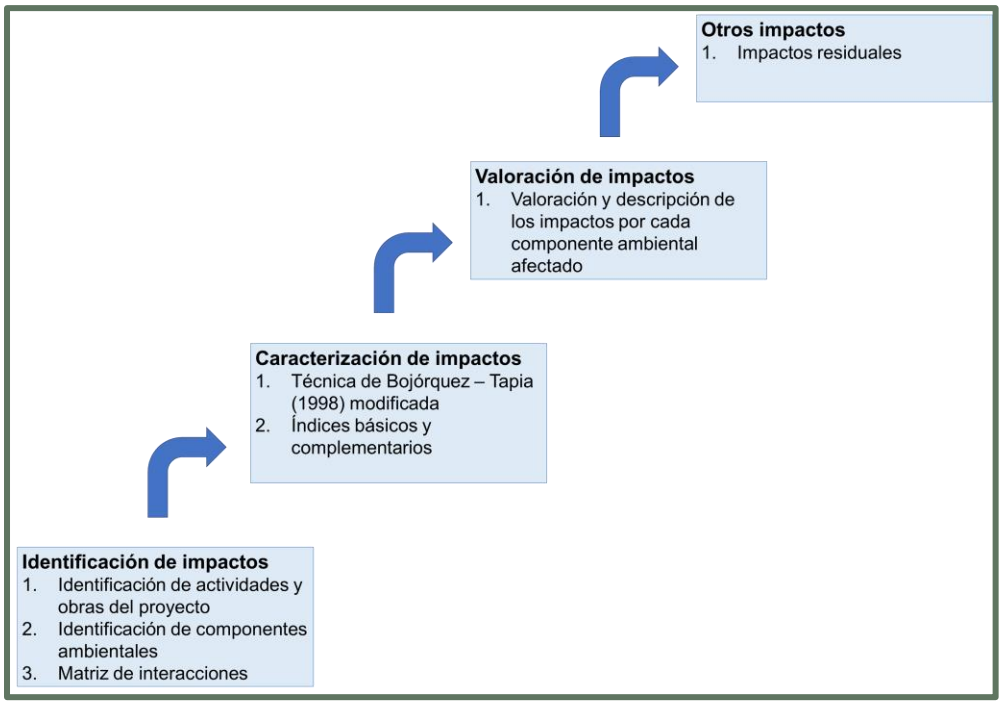
En este sentido, la **EIA** es el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente mediante la identificación, descripción y evaluación de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con la ley, de los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los factores ambientales (Conesa, 2009).

Un proceso de evaluación de impacto ambiental se expresa en una secuencia lógica de pasos, que se constituyen en elementos clave al momento de ser aplicados a las acciones humanas que interesa evaluar para resguardar el cumplimiento de los objetivos ambientales.

La identificación de impactos ambientales es una parte sustancial del proceso de evaluación, por lo que se abordará con base en un esquema metodológico que considera tanto el entorno ambiental del **Proyecto** como las características particulares y la naturaleza de este.

El proceso general y método de evaluación que se empleará en la identificación y evaluación de impactos ambientales se puede resumir en el esquema presentado en la Figura V.1.

Figura V.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales.



V.1. Metodología.

Entre los métodos empleados para la evaluación de impacto ambiental destacan las listas de verificación, las matrices de interacción y la superposición de capas vectoriales de distintas temáticas. Las matrices interactivas (causa-efecto) por su facilidad de integrar la información han sido las más utilizadas en la evaluación de impacto ambiental, ya que permiten evaluar las acciones del proyecto o actividades sobre los factores ambientales (Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio, 1989).

La mejor herramienta para determinar los impactos son las matrices de relaciones causa – efecto, de las cuales existen muchas variantes y la más conocida de ellas es Matriz de Leopold (Garmendia, *et al*. 2005).

La matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental (Cotán-Pinto, 2007). Es un método indirecto de evaluación de impactos, ya que lo que

realmente se califica son las interacciones entre el proyecto y el ambiente, sin darle ningún nombre al impacto que se presenta en esa interacción (Arboleda, 2008). Consiste en una matriz en que las entradas según las columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales) que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes (Garmendia, *et al.* 2005; Cotán-Pinto, 2007; Arboleda, 2008).

De acuerdo con lo anterior, para identificar y valorar los posibles impactos generados a causa del desarrollo del **Proyecto** se empleará la matriz interactiva de Leopold modificada y la técnica de Bojórquez-Tapia *et al*. (1998).

La metodología consiste en el desarrollo de los siguientes apartados:

1. Identificación de impactos, y
2. Caracterización y valoración de impactos.

V.1.1. Identificación de impactos.

V.1.1.1. Construcción de la matriz.

El primer paso para la utilización de la matriz de Leopold consiste en construir una matriz de doble entrada (Arboleda, 2008), para lo cual se considerarán primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pudieran ser afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor ambiental) considerados (Cotán-Pinto, 2007).

Por lo tanto, las acciones que comprenden esta fase son las siguientes:

- *Discriminación de las actividades y obras relevantes que se contemplan en el establecimiento del **Proyecto**.* De todas las actividades que contempla el **Proyecto** se seleccionan aquellas relevantes, es decir, las que puedan ocasionar afectaciones al entorno y que se comprenden en las diferentes etapas del mismo.

  De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), las acciones que se identifiquen deben ser:

- Concretas.
- Relevantes: ajustadas a la realidad del proyecto y capaces de desencadenar efectos notables.
- Excluyentes. sin solapamientos que puedan llevar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.
- Fácilmente identificables, susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos del proyecto o diagramas del proceso constructivo y productivo.
- Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto.
- Cuantificables: en la medida de lo posible, medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación posible en términos de magnitud (superficie y volumen ocupados, cantidad, tamaño, etc.), localización espacial, flujo: caudal de vertidos, emisiones de vehículos, etc. y momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.

- *Selección de los indicadores susceptibles a impacto.* La selección de factores y componentes ambientales que pueden ser afectados por el desarrollo del **Proyecto**.

  Como en el caso de las acciones, de acuerdo con Gómez y Gómez (2013), los factores que se identifiquen como relevantes, es decir, susceptibles de recibir impactos significativos, deben reunir condiciones de:

- Relevancia: portadores de información importante sobre el estado y funcionamiento del medio.
- Exclusión, sin solapamientos ni redundancias que lleven a repeticiones de impactos.
- De fácil identificación, es decir susceptibles de una definición nítida y de una percepción fácil sobre campo, mapas o información estadística.
- Localización: atribuibles a puntos o zonas concretas del entorno.
- Medibles, cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos de ellos serán intangibles, directa o indirectamente a través de algún indicador.

V.1.1.2. Identificación de interacciones existentes.

A través de la matriz descrita en el apartado “Identificación de las interacciones”, se llevará a cabo la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se toma la primera acción y se examina si tiene o no relación con cada uno de los factores ambientales. Este proceso se hace para todas las acciones consideradas en la matriz (Cotán-Pinto, 2007; Arboledas, 2008).

V.1.2. Caracterización y valoración de los impactos.

Para la valoración se procedió a calificar el impacto ambiental considerando los criterios básicos (intensidad del impacto, extensión del efecto y duración de la acción) y complementarios (sinergia, acumulación, controversia y mitigación). Los criterios de valoración se presentan en la Tabla V.1.

Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios

Escala	Intensidad del Efecto (I)	Extensión del Efecto (E)	Duración del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
Definición	La intensidad de un impacto es la medida en que el componente ambiental considerado se aleja de su estado anterior	Es la medida del espacio que ocupa el impacto	La duración de un impacto es el tiempo que transcurre entre su principio y su fin	Definidas por el grado de interacción entre impactos	Definidas por el nivel de acumulación entre impactos	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil.	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación.
0				**Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	**Nula.** Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	**No existe**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	**Nula**. No hay medidas de mitigación
1	**Mínima:** El componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	**Puntual:** Cuando se limita a un área menor a la extensión total del Proyecto.	**Corta:** Cuando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto.	**Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	**Poca.** Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	**Mínima**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	**Baja**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %
2	**Moderada:** El componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%.	**Local:** Cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	**Mediana:** Cuando los impactos se presenten durante más de una etapa del Proyecto.	**Moderada.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	**Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%
3	**Alta:** El componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%.	**Regional:** Cuando tiene un área de influencia que supera notoriamente las adyacentes a las áreas del Proyecto.	**Permanente:** Cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	**Fuerte.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	**Alta**. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente.	**Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más

.

Cuando existe incertidumbre para determinar el valor de un criterio, se asigna el valor más alto. Esta regla es consistente con el principio precautorio para los conflictos ambientales, esto es, resta la oportunidad de subestimar un impacto, lo cual minimiza el riesgo público.

Los criterios de las tablas anteriores se utilizan posteriormente para evaluar los Índices Básico y Complementario, respectivamente. Con la evaluación de estos índices se procede a calcular el Índice de Impacto, a partir de este último y con la valoración de las medidas de mitigación se obtiene la significación del impacto; de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Índice Básico. Este índice se obtiene utilizando tres criterios básicos (intensidad, extensión y duración) mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{I_{ij} + E_{ij} + D_{ij}}{9}$$

Donde:

Iij = intensidad del impacto

Eij = extensión del impacto

Dij = duración de la acción

El origen de la escala de valoración es de 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice va de $0.33 \leq IB \leq 1$.

Índice complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres criterios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{S_{ij} + A_{ij} + C_{ij}}{9}$$

Donde:

Sij = sinergia del impacto.

Aij = acumulación del impacto.

Cij = controversia.

En este índice el origen de la escala es cero debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente intervalo: $0 \leq IC \leq 1$.

Índice del impacto sin medidas de mitigación. El índice de impacto está dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del impacto se incrementa. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Donde:

IBij = Índice Básico

ICij = Índice Complementario

Índice del impacto con medidas de mitigación. Obtenidos los indicadores IB, IC e II (índice básico, índice complementario e índice de impacto, respectivamente) se procedió a calcular el índice de impacto con medidas de mitigación, tomando en consideración su existencia y, en su caso, eficiencia esperada (Mij), utilizando las siguientes fórmulas:

Para medio abiótico y biótico: $\boldsymbol{S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - \frac{M_{ij}}{3}\right)}$

Para medio socioeconómico: $\boldsymbol{S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - M_{ij}\right)}$

Donde:

IIij = índice del impacto

Mij = existencia de las medidas de mitigación.

Significancia del impacto. De acuerdo con los valores obtenidos para el índice del impacto, se otorgaron los valores de significancia según los siguientes intervalos:

- Impacto no significativo (NS): 0.000 a 0.200
- Impacto poco significativo (PS): 0.201 a 0.400
- Impacto moderadamente significativo (MS): 0.401 a 0.600
- Impacto significativo (S): 0.601 a 0.800
- Impacto muy significativo (MMS): 0.801 a 1.000

V.2. Identificación de impactos.

V.2.1. Actividades relevantes.

Con la finalidad de identificar y analizar los impactos ambientales que el **Proyecto** podría provocar sobre el medio ambiente, se listaron las actividades que se desarrollarán como parte del **Proyecto**, destacando solamente aquellas que pudieran provocar impactos (Positivos o negativos), las cuales serían consideradas como componentes o factores de cambio.

Con la intención de brindar claridad sobre las interacciones que tendrá el **Proyecto** con los componentes y factores ambientales a evaluar, en la Tabla V.2, se presenta el listado de actividades del programa de trabajo para el desarrollo del **Proyecto** en todas las etapas, dado que es así como se desarrolla el presente capítulo.

Tabla V.2. Actividades del proyecto.

Etapa	Actividad
Preparación de sitio	Desmonte y despalme
	Trazo y nivelación
	Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones
	Cortes
	Rellenos
	Obras y actividades provisionales
Construcción	Obra civil del parque fotovoltaico [área de módulos, baterías, centro de transformación, zanjas, caminos, áreas de almacén y oficinas, áreas temporales de afectación (Zonas blancas)]
	Obra electromecánica del parque fotovoltaico
	Obra civil de la subestación eléctrica

Etapa	Actividad
	Obra electromecánica de la subestación eléctrica
	Obra civil de la línea de transmisión
	Obra electromecánica de la línea de transmisión
Operación y mantenimiento	Operación (parque fotovoltaico, subestación eléctrica, LT)
	Mantenimiento
Desmantelamiento y cierre	Desmontaje de módulos fotovoltaicos
	Desmantelamiento de estructura, cableado y tubería AC y DC
	Retiro de valla perimetral
	Restauración del terreno natural*

* No se considera como actividad susceptible de generar impactos.

V.2.2. Indicadores de los factores ambientales.

Una vez listadas las actividades del **Proyecto**, se identificaron los factores ambientales susceptibles de afectar en el área del **Proyecto**. Para ello, se reconoce qué variables y/o procesos fisicoquímicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados. Para ello, en esta etapa se analiza la situación ambiental previa, es decir, se toma de referencia la línea base y el diagnóstico ambiental obtenido contrastando con las transformaciones esperadas del ambiente. En esta etapa también se prevén los impactos directos, indirectos y acumulativos que se podrían generar sobre los componentes ambientales.

La identificación de factores ambientales parte de la tipificación de las actividades previamente descritas en el Capítulo II referente a la descripción del **Proyecto** y de la caracterización hecha en el Capítulo IV sobre la descripción del medio biótico, abiótico, socioeconómico y del paisaje. En este sentido, se elaboró el listado de indicadores de los factores ambientales susceptibles de afectación en el área del **Proyecto** y su **AI**, el cual se utilizará como insumo para la matriz de interacciones.

Tabla V.3. Factores ambientales e indicadores.

Componentes ambientales	Indicador
Suelo	Calidad (características físicas y químicas)
	Procesos Erosivos
Aire	Calidad del aire
	Nivel de ruido
Hidrología superficial	Calidad del agua superficial
	Modificación de escorrentías
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea
	Infiltración
Flora	Abundancia y diversidad
Fauna	Abundancia y Diversidad
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010
Paisaje	Calidad paisajística
Social	Fuentes de empleo
	Creación de infraestructura de servicios

V.2.3. Identificación de las interacciones.

Una vez identificadas tanto las obras y actividades del **Proyecto** que pueden causar impactos (positivos y negativos)[1] así como los indicadores ambientales de posible afectación, se elaboró la matriz de interacciones. Dicha matriz es de doble entrada de modo que, para cada actividad a desarrollar en todas las etapas del **Proyecto**, se analiza su relación con cada uno de los componentes ambientales. Esto permite que al reconocer que existe una interacción, se pueda describir el impacto (positivo o negativo) que podría tener el **Proyecto** en el ambiente.

En la siguiente tabla, así como en el **Anexo V.1 Matriz de impactos Loma Bonita** (Pestaña Interacciones) se muestran las interacciones entre actividades e indicadores de los factores ambientales del **Proyecto**.

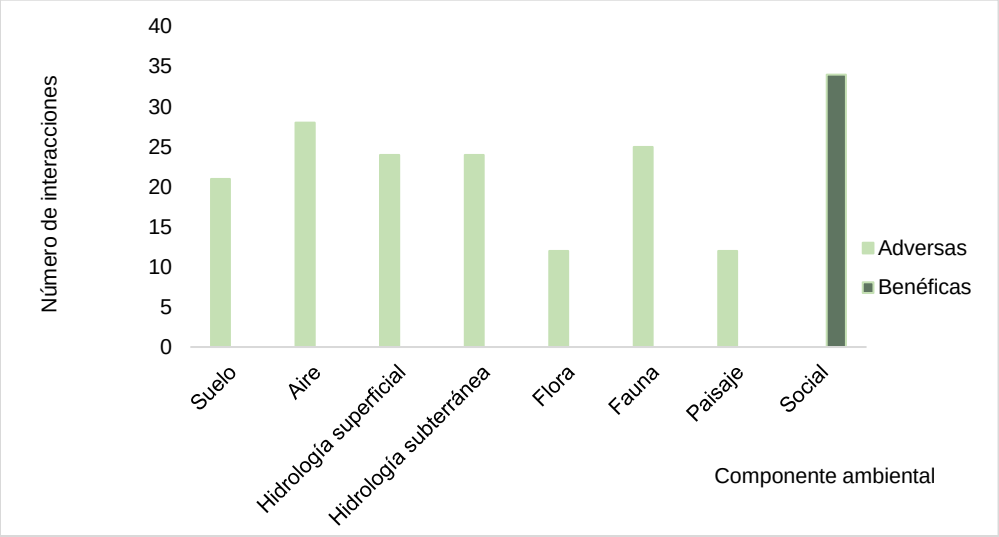
[1] Nota: en esta matriz no se incluye las actividades o medidas de mitigación establecidas en el programa de trabajo, ya que son acciones previas a la generación de los impactos negativos.

Tabla V.4. Matriz general de interacciones del **Proyecto** (- = interacciones adversas, + = interacciones benéficas)**.**

Etapa	Actividad	Suelo		Aire		Hidrología superficial		Hidrología subterránea		Flora	Fauna		Paisaje	Social	
		Calidad (características físicas y químicas)	Procesos Erosivos	Calidad del aire	Nivel de ruido	Calidad del agua superficial	Modificación de escorrentías	Calidad del agua subterránea	Infiltración	Abundancia y diversidad	Abundancia y Diversidad	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Calidad paisajística	Fuentes de empleo	Creación de infraestructura de servicios
Preparación de sitio	Desmonte y despalme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Trazo y nivelación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Cortes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Rellenos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Obras y actividades provisionales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Construcción	Obra civil del parque fotovoltaico [área de módulos, baterías, centro de transformación, zanjas, caminos, áreas de almacén y oficinas, áreas temporales de afectación (Zonas blancas)]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Obra electromecánica del parque fotovoltaico				-									+	+
	Obra civil de la subestación eléctrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Obra electromecánica de la subestación eléctrica				-									+	+
	Obra civil de la línea de transmisión	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Obra electromecánica de la línea de transmisión				-									+	+
Operación y mantenimiento	Operación (parque fotovoltaico, subestación eléctrica, LT)													+	+
	Mantenimiento				-						-			+	+
Desmantelamiento y cierre	Desmontaje de módulos fotovoltaicos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Desmantelamiento de estructura, cableado y tubería AC y DC		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Retiro de valla perimetral		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Restauración del terreno natural*													+	+
Total de interacciones por componente ambiental	**Interacciones adversas**	**21**		**28**		**24**		**24**		**12**	**25**		**12**	**0**	
	Interacciones benéficas	**0**		**0**		**0**		**0**		**0**	**0**		**0**	**36**	
	Total de interacciones	**21**		**28**		**24**		**24**		**12**	**25**		**12**	**36**	

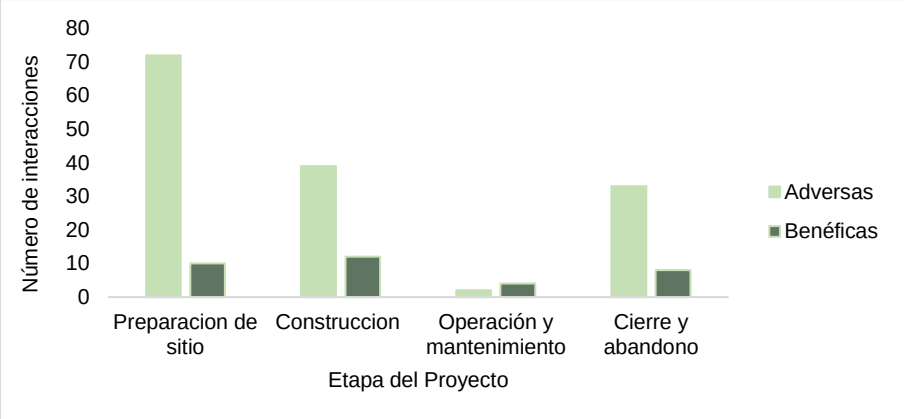
De acuerdo con la matriz anterior, se identificaron 182 interacciones, de las cuales 146 fueron adversas y 36 benéficas. El componente que obtuvo más interacciones benéficas fue el social (36 interacciones para los factores empleo y creación de infraestructura de servicios). Los componentes que presentaron más interacciones fueron el componente social con 36 interacciones benéficas, seguido de aire con 28 interacciones adversas, fauna con 25 y flora con 12 interacciones adversas; suelo con 21, hidrología subterránea y superficial con 24 adversas cada uno y paisaje con 12 adversas. (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura V.2. Interacciones identificadas por componente ambiental.



La etapa del **Proyecto** con mayor número de interacciones fue preparación del sitio con 84 interacciones (72 adversas y 12 benéficas), luego construcción con 51 interacciones (39 adversas y 12 benéficas), seguida de desmantelamiento y cierre con 41 interacciones (33 adversas y 8 benéficas) y finalmente la etapa con menos interacciones fue operación y mantenimiento con 6 interacciones (2 adversas y 4 benéficas). (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

Figura V.3. Interacciones identificadas por etapa del proyecto.



V.2.4. Identificación de los impactos ambiéntales.

De acuerdo con las interacciones anteriores, los impactos ambientales descritos se pueden sintetizar como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla V.5. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el proyecto (etapa: PS: preparación del sitio, C: construcción, OM: operación y mantenimiento, CA: Desmantelamiento y cierre).

Factor ambiental	Clave	Descripción	Etapa			
			PS	C	OM	CA
Suelo	SUE1	**Alteración de las características fisicoquímicas del suelo,** por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad, así como la pérdida de permeabilidad, derivado de las actividades de despalme, excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie permanente por el desplante de la infraestructura del Proyecto.	x	x	x	x
	SUE2	**Incremento de la Erosión**, derivado de la nivelación del sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del AP.	x	x		
Aire	AIR1	**Afectación de la calidad del aire** por la generación de gases contaminantes derivado del empleo de los vehículos, maquinaria y equipos, así como por la generación de polvos durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en el desmantelamiento y cierre.	x	x		x
	AIR2	**Modificación del nivel sonoro** por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades contempladas en la etapa de preparación del sitio, construcción y Desmantelamiento y cierre.	x	x		x
Hidrología superficial	HSUP1	**Posible afectación a las características fisicoquímicas del agua superficial**, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades contempladas en las cuatro etapas del Proyecto	x	x	x	x
	HSUP2	**Posible modificación de las escorrentías** intermitentes aledañas al AP. Posible afectación de los patrones de escorrentías debido a la instalación de infraestructura y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	x	x		
Hidrología subterránea	HSUB1	**Afectación de las características fisicoquímicas del agua subterránea** por mala disposición de los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	x	x	x	x
	HSUB2	**Disminución en la infiltración** por las actividades de deshierbe, modificaciones en la superficie e implantación de infraestructura en el AP durante la etapa de preparación del sitio y construcción	x	x		
Flora	FLO1	**Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora** silvestre, debido a las acciones de deshierbe y despalme durante la preparación del sitio.	x			
Fauna	FAU1	**Afectación de la abundancia de fauna** por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia del personal en todas las etapas del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, la electrocución y a la incidencia del flujo de calor producido.	x	x	x	x
	FAU2	**Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas**, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, mientras que en la etapa de Operación y mantenimiento por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, electrocución y/o incidencia del flujo de calor producido.	x	x	x	x
Paisaje	PAI1	**Afectación de la calidad visual del paisaje**, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos.	x	x		
Social	SOC1	**Generación de fuentes de empleo. *** Todas las actividades del Proyecto implican la generación de empleos temporales o permanentes.	x	x	x	x
	SOC2	**Creación de infraestructura de servicios***			x	

De acuerdo con la tabla anterior, se identificaron 14 impactos, de los cuales 12 son negativos y 2 son positivos, relacionado con la generación de empleos y la creación de infraestructura de servicios. Los impactos negativos serán objeto de la caracterización y valoración que se presenta en los siguientes apartados.

V.3. Caracterización y valoración de los impactos.

Para caracterizar y evaluar los impactos ambientales identificados, se empleará la técnica modificada de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998). Es importante recordar que, como se mencionó anteriormente, esta técnica evalúa los impactos a través de calcular los índices básicos y complementarios, es así como se asignaron los valores según los criterios de intensidad, extensión, duración, sinergia, acumulación, controversia y mitigación, conforme a la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. y en el **Anexo V.1 Matriz de impactos (hoja Valoración)**.

Tabla V.6. Justificación de la Valoración de impactos

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
		Clave	Valor	Criterio	
SUE1. Alteración de las características fisicoquímicas del suelo	Contaminación en caso de derrame accidental de sustancias oleosas o hidrocarburos de los vehículos y maquinaria, así como por la inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos.	I	1	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera una intensidad mínima para este impacto puesto que sólo ocurriría en caso de derrame accidental de sustancias o disposición incorrecta de residuos, lo cual no afectaría totalmente el recurso.
		E	1	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia	La extensión para este impacto es menor al área del Proyecto puesto que se considera sólo en casos de derrame fortuito de sustancias contaminantes o un mal manejo y gestión de residuos, lo cual en ningún caso llegaría a afectar la totalidad del AP.
		D	2	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	El impacto sólo se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto de sustancias o residuos, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración media.
		S	0	**Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Este impacto no es susceptible de interactuar con otros impactos de manera que resulte en un incremento en el nivel de contaminación del suelo.
		A	2	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad del suelo (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	0	**No existe**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con la siguiente normatividad en materia de calidad del suelo: - NOM-138-SEMARNAT-2012 - NOM-147-SEMARNAT-2004 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad del suelo en la región.
		M	3	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del suelo, lo cual es posible con una adecuada gestión de los residuos, uso de maquinaria en buen estado y una respuesta inmediata ante eventos fortuitos que pudieran generar contaminación del suelo.
SUE2. Incremento de la Erosión	Incremento de la erosión debido a la remoción de la vegetación y modificaciones en la superficie, así como pérdida de suelo por la realización de excavaciones.	I	2	**Moderada:** Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	Se considera el incremento de la erosión por el movimiento de tierras que implica la instalación de la infraestructura, así como el mantenimiento del proyecto, además una vez concluida la etapa de desmantelamiento, el suelo volverá presentar condiciones similares a las encontradas antes del Proyecto.
		E	1	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia	La pérdida de suelo durante la instalación del proyecto, así como el desmantelamiento y abandono de instalaciones ocurrirá sólo en aquellas áreas en las que se requiera el movimiento de tierras para la instalación, así como el retiro de equipo e infraestructura, siendo esta menor a la extensión total del AP y por ningún motivo la rebasará, por lo cual se considera puntual.
		D	2	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	Este impacto es susceptible de generarse en las etapas de preparación de sitio y construcción, así como en el desmantelamiento y abandono del proyecto, solo por el tiempo que dure cada una de las etapas.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
		Clave	Valor	Criterio	
		S	1	**Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con otros impactos debido a las actividades de remoción del suelo por el arado para la agricultura que se da en el AP y AI, por lo que se puede tener un incremento en el nivel de erosión o pérdida del suelo.
		A	1	**Poca.** Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	En el SAR, AI y AP se identifican actividades agrícolas que pueden aumentar o acelerar la erosión y perdida del suelo, las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 2 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	3	**Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule la erosión o pérdida de suelo, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
		M	1	**Baja**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %	Con respecto a las condiciones erosivas del suelo, estas se verán incrementadas con la pérdida de vegetación pese a que esta no sea de tipo forestal, así como por las actividades de trazo y nivelación del terreno, al extrapolar las tasas de erosión hídrica obtenidas a la superficie total de cada una de las áreas de estudio se obtuvo que actualmente hay una pérdida de suelo de 7,545.53 ton/año en el **SAR**, en el **AI** es de 405.15 ton/año y en el área por afectar del **AP** es de 114.97 ton/año. Mientras que, en un escenario en que ya se hubiera implementado el **Proyecto**, la erosión hídrica se incrementa, pasando de 0.75 ton/ha/año a 2.32 ton/ha/año, lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie pasa de 114.97 ton/año a 355.51 ton/año, con un incremento de 240.54 ton/año, manteniéndose en una clasificación baja; este incremento a nivel del **SAR** representa el 3.09% y en el **AI** es del 37.25%, mientras que para el **AP** representa 3.1 veces. En cuanto a la erosión eólica, en un escenario en que ya se hubiera implementado el **Proyecto**, la Tasa de erosión eólica pasa de 8.57 a 8.65 ton/ha/año, y por ende, el volumen de perdida de suelo se incrementa 1.01 veces, es decir, pasa de 1,312.44 ton/año a 1,323.15 toneladas anuales, con un incremento de 10.71 ton/año, este incremento a nivel del **SAR** representa el 0.02% y en el **AI** es del 0.35%, mientras que para el **AP** esto representa un incremento de 1.01 veces, sin embargo, la clasificación de la erosión sigue siendo baja.
AIR1. Afectación de la calidad del aire	Impacto que puede presentarse por la generación de gases contaminantes por el empleo de vehículos y equipos que usen combustibles fósiles; por emisiones de gas natural debido a mantenimientos programados y/o durante la atención de fugas; por la dispersión de polvos debido al movimiento de tierras y	I	1	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera que la calidad del aire permanecerá muy cercano a su estado actual, afectándola en mínima escala dado que el Proyecto por su naturaleza no contempla la generación de emisiones atmosféricas en gran cantidad o de forma constante, por el contrario, estas serán generadas únicamente por el uso de maquinaria, vehículos y equipo que usen hidrocarburos y el levantamiento de polvos.
		E	2	**Local:** Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	El alcance del efecto rebasa el área del Proyecto por la facilidad de dispersión de contaminantes en el aire, incidiendo en áreas próximas al área del Proyecto, específicamente dentro del AI, sin llegar a tener un efecto regional, dado que los contaminantes se dispersarían.
		D	2	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	El impacto sólo se presentará de forma temporal inmediatamente a la realización de la acción que lo genera, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración corta.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
		Clave	Valor	Criterio	
	tránsito de maquinaria y vehículos.	S	0	**Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	La afectación de la calidad del aire no es susceptible de interactuar con otros impactos de manera que resulte en un incremento de este.
		A	2	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad del aire, las actividades antropogénicas cotidianas y las relacionadas con la agricultura, las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	0	**No existe**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de emisiones a la atmósfera: - NOM-041-SEMARNAT-2015 - NOM-045-SEMARNAT-2017 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad de este recurso en la región.
		M	3	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen reducirán la generación de emisiones por la maquinaria, equipo y vehículos, y se enfocarán a evitar la generación de polvos, por lo cual se consideran eficientes, aunque no es posible evitar las emisiones en su totalidad.
AIR2. Modificación del nivel sonoro	Incremento de los niveles de ruido debido al empleo de maquinaria y equipo empleado para la preparación del sitio, construcción, mantenimientos y desmantelamiento.	I	1	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera que el nivel sonoro permanecerá muy cercano a su estado actual, afectándose en mínima escala dado que el Proyecto por su naturaleza no contempla la generación de altos niveles de ruido o de forma constante, por el contrario, las acciones que generarán ruido se presentarán sólo durante el uso de maquinaria y equipo.
		E	1	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia	El alcance del ruido que se genere por el uso de maquinaria y equipo no rebasará el AP incidiendo en áreas próximas este pero dentro del AI, sin llegar a tener un efecto regional. Lo anterior se explica dado que el equipo y maquinaria susceptible de generar ruido puede rondar en los 100 dB, asimismo, conforme el receptor se aleja de la fuente generadora de ruido, este se percibe con menor intensidad, en este sentido, el ruido sólo sería percibido sólo dentro del AI, el cual presenta una distancia de hasta 800 m del AP.
		D	2	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	El impacto sólo se presentará de forma temporal durante la realización de la acción que lo genera, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración corta.
		S	0	**Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	La modificación del nivel sonoro no es susceptible de interactuar con otros impactos de manera que resulte en un incremento en el nivel de ruido.
		A	2	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar el nivel del ruido como las actividades antropogénicas y las actividades agrícolas, a las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	0	**No existe**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido: - NOM-080-SEMARNAT-1994 - NOM-081-SEMARNAT-1994

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
		Clave	Valor	Criterio	
					Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad del nivel sonoro en la región.
		M	2	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen reducirán la generación excesiva de ruido por el uso de maquinaria y equipo, sin embargo, el efecto es inevitable.
HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas del agua superficial	Impacto que podría presentarse como consecuencia de un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del Proyecto.	I	1	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera una intensidad mínima para este impacto puesto que sólo ocurriría en caso de disposición incorrecta de residuos en la parte que cuenta con corrientes o cuerpos de agua sin que estos provoquen un daño total del recurso presente en el AP.
		E	2	**Local:** Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	Se considera que este impacto podría tener como alcance escurrimientos o cuerpos de agua superficiales presentes tanto en el AP como en el AI, en caso de una incorrecta disposición de residuos y su posible arrastre por efecto de la lluvia, el viento, o factores humanos.
		D	2	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	El impacto se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto de sustancias o residuos, mientras que con el paso del tiempo los contaminantes serán dispersados y asimilados por el ambiente, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración mediana.
		S	1	**Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto SUE1, dado que, en caso de contaminación del suelo, se debe considerar el posible arrastre de dichos contaminantes a los cuerpos de agua o escurrimientos próximos, incrementando los niveles de contaminación; sin embargo, se considera ligeramente superior, dado que la contaminación del suelo se considera de intensidad mínima, extensión puntual y cuenta con medidas eficientes.
		A	3	**Alta**. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente.	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la hidrología superficial, como el crecimiento de la mancha urbana y las actividades antropogénicas cotidianas, así como las actividades agrícolas, a las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 4 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	2	**Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	Se cuenta con la siguiente normatividad respecto a la calidad del agua: NOM-001-SEMARNAT-2021 Sin embargo, al ser un recurso sensible es posible que la sociedad local y regional manifieste preocupación en caso de contaminación del agua superficial.
		M	3	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del agua, lo cual es totalmente posible con una adecuada gestión de los residuos.
HSUP2. Posible modificación de las escorrentías	Impacto que podría presentarse, debido a la instalación de infraestructura y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	I	1	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera una intensidad mínima para este impacto puesto que la instalación de la infraestructura no interrumpirá las escorrentías superficiales presentes en el AI o AP, toda vez que estas son de tipo intermitente y la infraestructura queda elevada del nivel del suelo por lo que en caso de evento de lluvia torrencial que provoque el escurrimiento, el agua tendrá movilidad y seguirá su cauce natural.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
		Clave	Valor	Criterio	
					Al mismo tiempo se considera que la incorrecta disposición de residuos en las áreas donde se tengan corrientes o cuerpos de agua pudieran provocar afectaciones a las escorrentías, por contaminación u obstrucción, provocando un daño parcial del recurso en el AP en caso de fuertes lluvias.
		E	2	**Local:** Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	Se considera que este impacto podría tener como alcance escurrimientos o cuerpos de agua superficiales presentes, en caso de una incorrecta disposición de residuos y su posible arrastre por efecto de la lluvia, el viento, o factores humanos.
		D	2	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	El impacto se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto de sustancias o residuos, mientras que con el paso del tiempo los contaminantes serán dispersados y asimilados por el ambiente, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración corta.
		S	1	**Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto SUE1, dado que, en caso de contaminación del suelo, se debe considerar el posible arrastre de dichos contaminantes a los cuerpos de agua o escurrimientos próximos, incrementando los niveles de contaminación; sin embargo, se considera ligeramente superior, dado que la contaminación del suelo se considera de intensidad mínima, extensión puntual y cuenta con medidas eficientes.
		A	3	**Alta**. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente.	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar o modificar las escorrentías, como el crecimiento de la mancha urbana y las actividades antropogénicas cotidianas, así como las actividades agrícolas, a las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 4 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	2	**Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	Se cuenta con la siguiente normatividad respecto a la calidad del agua: NOM-001-SEMARNAT-2021 Sin embargo, al ser un recurso sensible es posible que la sociedad local y regional manifieste preocupación en caso de contaminación del agua superficial.
		M	3	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del agua, lo cual es totalmente posible con una adecuada gestión de los residuos.
HSUB1. Posible afectación de las características fisicoquímicas del agua subterránea	Impacto susceptible de generarse en caso de presentarse un manejo incorrecto los residuos o sustancias que se puedan generar durante el desarrollo del Proyecto.	I	2	**Moderada:** Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	Una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el AP, la evaporación será del 81.54% (189,648.42 m³/año), el escurrimiento será del 8.83% (20,536.93 m³/año) y la infiltración será del 9.63% (22,395.93 m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 11,984.30 m³/año, lo que representa el 34.86% del total que se infiltra en condiciones actuales en el **AP**; mientras que en el **AI** esta disminución representa el 12.60% y en el **SAR** únicamente el 0.33%.
		E	2	**Local:** Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	La disminución de la infiltración ocurrirá dentro del área del Proyecto, específicamente en la superficie que se verá sellada por las cimentaciones, por lo cual se considera puntual al no rebasar el AP.
		D	3	**Larga:** cuando el efecto dura más de 1.5 años	La modificación en los patrones de infiltración permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto, específicamente en aquellas áreas cimentadas, puesto que se sellará el suelo con

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
		Clave	Valor	Criterio	
					cimentaciones y debido a los mantenimientos, no podrá recuperar sus condiciones originales en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	1	**Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el AP, la evaporación será del 81.54% (189,648.42 m³/año), el escurrimiento será del 8.83% (20,536.93 m³/año) y la infiltración será del 9.63% (22,395.93 m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 11,984.30 m³/año, lo que representa el 34.86% del total que se infiltra en condiciones actuales en el **AP**; mientras que en el **AI** esta disminución representa el 12.60% y en el **SAR** únicamente el 0.33%.
		A	2	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la infiltración, como el crecimiento de la mancha urbana y la deforestación para establecimiento de actividades agrícolas, las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	3	**Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule los niveles de infiltración de agua al subsuelo, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
		M	3	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del agua, lo cual es totalmente posible con una adecuada gestión de los residuos.
HSUB2. Disminución en la infiltración	Disminución de la infiltración de agua hacia los acuíferos por sellamiento, remoción de la vegetación y modificaciones en la superficie.	I	1	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera una intensidad mínima para este impacto puesto que aquellas actividades susceptibles de generarlo son puntuales, de manera que se contempla la generación del impacto durante la construcción e instalación de la infraestructura y las actividades de mantenimiento, así como durante la etapa de desmantelamiento y cierre; por otro lado, se trata de un impacto temporal.
		E	3	**Regional:** Si el efecto rebasa el área de estudio	Se considera que este impacto podría tener como alcance al acuífero en el que se encuentra el AP extendiéndose más allá de esta área, en caso de una incorrecta disposición de residuos y su posible infiltración por efecto de la lluvia, sin embargo, no se considera que llegue a tener un alcance regional, dado que el impacto es de intensidad mínima.
		D	1	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	El impacto se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto de sustancias o residuos, mientras que con el paso del tiempo los contaminantes serán dispersados y asimilados por el ambiente, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración mediana. Aunado a lo anterior, aquellas actividades susceptibles de generar este impacto serán localidades y temporales con duración corta.
		S	1	**Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto, aunque interactúa con el impacto SUE1, dado que podría ocurrir en caso de contaminación del suelo y la posible infiltración de dichos contaminantes al acuífero, se considera que no se incrementaría el efecto.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
		Clave	Valor	Criterio	
		A	2	**Alta**. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente.	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar las características fisicoquímicas del agua subterránea, como los asentamientos humanos, las actividades antropogénicas y las actividades agrícolas, las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 4 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	3	**Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule la calidad del agua subterránea por la infiltración de contaminantes, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
		M	2	**Media.** Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del suelo y agua, lo cual es totalmente posible con una adecuada gestión de los residuos. Sin embargo, no se consideran medias de reforestación o reubicación de fauna ya que se trata de campos agrícolas. Con la ejecución de medidas, se infiere que se mitigan los impactos que el desarrollo del proyecto ejercerá sobre este factor ya que se mantendrá el equilibrio entre todas las variables hídricas debido a las condiciones actuales.
FLO1. Afectación en la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	Impacto que se generará debido a las acciones de despalme y deshierbe.	I	2	**Moderada:** Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	Se ocupará una superficie de aprovechamiento de 153.0138 ha, sin embargo, con relación a los tipos de vegetación a afectar, de la superficie total de desplante del **Proyecto**, componentes tales como Área de módulos, se desplantará sobre 70.166 ha o bien el 45.86% que corresponden a pastizal cultivado, así mismo, se afectarán 50.683 ha o el 33.12% de Agricultura de temporal semipermanente. El resto de los componentes como área de almacén/oficinas, baterías, caminos, centros de transformación, línea de transmisión, áreas de no afectación, subestación, las zanjas y las Zonas blancas se establecerán sobre Agricultura de temporal semipermanente, así como vegetación de pastizal cultivado, por lo cual se califica como de intensidad alta.
		E	1	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia	El proyecto se desplantará en una superficie de 153.0138 ha, sin afectación a vegetación forestal, por lo cual se considera puntual.
		D	3	**Larga:** cuando el efecto dura más de 1.5 años	La afectación de la abundancia y diversidad de la flora presente en el AP permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto y debido a los mantenimientos esta no podrá recuperar sus condiciones originales en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	0	**Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Este impacto no es susceptible de hacer sinergia con algún otro impacto, dado que las condiciones actuales del sitio indican que se trata de un sitio perturbado debido a las actividades antropogénicas y de agricultura que se desarrollan en el AP, AI y SAR, por lo cual se considera un nivel de sinergia nulo.
		A	2	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la abundancia y diversidad de la flora silvestre, como el crecimiento de la mancha urbana y la deforestación para establecimiento de actividades agrícolas, las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	1	**Mínima**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil	Se localizó la siguiente legislación en materia forestal y de vida silvestre: - Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
		Clave	Valor	Criterio	
				local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	- NOM-059-SEMARNAT-2010 Finalmente, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
		M	1	**Baja.** Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %	No se consideran medidas de mitigación para la Flora, dado que no se afectará vegetación forestal ni especies en peligro o endémicas, toda vez que el desplante del proyecto en su totalidad, ocupará áreas de Agricultura de temporal semipermanente y Pastizal cultivado. sin embargo, se tendrán acciones encaminadas a la protección de la flora del AP, como: la regeneración natural en áreas de paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible y se prohibirá estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre.
FAU1. Afectación de la abundancia de fauna	Impacto que se presentará en el AP por el desplazamiento de los individuos, derivado de la presencia de maquinaria, equipos y personal; así como en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos.	I	2	**Moderada:** Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	Este impacto se considera de intensidad moderada puesto que, con el despalme y deshierbe, la presencia humana durante la preparación del sitio, la de maquinaria trabajando durante la construcción se provocará el desplazamiento de la fauna, de manera que se podría afectar su abundancia y diversidad en el AP. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, la electrocución y a la incidencia del flujo de calor producido.
		E	3	**Regional:** Si el efecto rebasa el área de estudio	Dado que la generación de ruido y la presencia de personal laborando se percibe fuera del Proyecto, también se podría ver afectada la diversidad y abundancia de la fauna presente en el AI y SAR.
		D	3	**Larga:** cuando el efecto dura más de 1.5 años	Este impacto se presentará en las etapas de preparación de sitio y construcción del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, la electrocución y a la incidencia del flujo de calor producido.
		S	2	**Moderada.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con el impacto AIR2, debido a que, en caso de incrementarse los niveles de ruido por la realización de ciertas actividades, es posible generar desplazamiento de la fauna que llegara a estar presente en el AP o AI. Al mismo tiempo, puede interactuar con el impacto FLO2, dado que, con la disminución de la cobertura vegetal, la fauna se desplazaría hacia otros sitios mejor conservados.
		A	2	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la abundancia y diversidad de la fauna silvestre, como el crecimiento de la mancha urbana y la deforestación para dar lugar a los campos de cultivo, las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	2	**Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de fauna silvestre: - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. - NOM-059-SEMARNAT-2010

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
		Clave	Valor	Criterio	
					Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
		M	2	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar daños a los individuos de fauna, sin embargo, su desplazamiento es inevitable, por lo cual las medidas se califican con media efectividad.
FAU2. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas	Se presentará en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos durante la operación del Proyecto.	I	1	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Este impacto se considera de intensidad mínima puesto que sólo ocurrirá en casos particulares de daño accidental o intencional a los ejemplares de fauna.
		E	2	**Local:** Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	Se considera una posible afectación a ejemplares de fauna en riesgo que pudieran estar presentes en el AI por la afectación intencional o accidental, por lo cual se considera local dado que puede tener alcance fuera del AP.
		D	3	**Larga:** cuando el efecto dura más de 1.5 años	Este impacto se presentará en las etapas de preparación de sitio y construcción del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, la electrocución y a la incidencia del flujo de calor producido.
		S	0	**Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Este impacto no es susceptible de interactuar con alguna otra actividad
		A	2	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar individuos de especies de fauna listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como el crecimiento de la mancha urbana y la deforestación para dar lugar a los campos de cultivo, las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	2	**Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de especies en riesgo: - NOM-059-SEMARNAT-2010 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
		M	3	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar daños a los individuos de fauna, priorizando las especies en riesgo.
PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje	Impacto que se presentará a causa de la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, la inserción de las instalaciones	I	1	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera un impacto de intensidad mínima dado que se tiene una calidad paisajística baja, así mismo hay otras actividades susceptibles de afectar la calidad del paisaje.
		E	1	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia	Se considera puntual, puesto que, aunque los cambios en el paisaje por la implementación del proyecto podrían percibirse también en el AI, sin embargo, se considera que no llegue a tener un efecto en el área de influencia ni tampoco a nivel regional, puesto que, al presentar

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
		Clave	Valor	Criterio	
	superficiales del Proyecto durante la operación.				una morfología variada, presenta Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular el cambio no sería apreciable fuera del AI.
		D	3	**Larga:** cuando el efecto dura más de 1.5 años	El cambio en el paisaje por la implementación del proyecto permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	2	**Moderada.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Se considera que este impacto es susceptible de interactuar con otros que incrementen ligeramente el efecto negativo en la calidad paisajística, estos impactos pueden ser AIR1, SUE1 y FLO2.
		A	2	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad visual del paisaje, como el crecimiento de la mancha urbana y la deforestación para dar lugar los campos de cultivo, las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	3	**Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule la modificación del paisaje, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
		M	1	**Baja.** Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %	Se considera que las medidas pueden evitar la afectación al paisaje con una correcta gestión de los residuos, sin embargo, se considera que las medidas tengan una efectividad moderada puesto que es inevitable la presencia de maquinaria durante la construcción y en caso de mantenimientos y durante la etapa de desmantelamiento y abandono, así mismo es inevitable el cambio en la calidad del paisaje por la inserción del proyecto, sin embargo la calidad pasará a ser baja, por lo cual se consideró la afectación al paisaje una vez que se comience con la preparación del sitio y construcción del Proyecto.

Tabla V.7. Valoración de impactos.

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Abiótico	Suelo	SUE1	Alteración de las características fisicoquímicas del suelo, por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad, así como la pérdida de permeabilidad, derivado de las actividades de despalme, excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie permanente por el desplante de la infraestructura del Proyecto.	1	1	2	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
		SUE2	Incremento de la Erosión, derivado de la nivelación del sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del AP.	2	1	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	1	0.513	**MS**
	Aire	AIR1	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes derivado del empleo de los vehículos, maquinaria y equipos, así como por la generación de polvos durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en el desmantelamiento y cierre.	1	2	2	0	2	0	0.556	0.222	0.778	**0.633**	-	**S**	3	0.000	**NS**
		AIR2	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades contempladas en la etapa de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento y cierre.	1	1	2	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
	Hidrología superficial	HSUP1	Afectación a las características fisicoquímicas del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades contempladas en las cuatro etapas del Proyecto	1	2	2	1	3	2	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
		HSUP2	Modificación de las escorrentías intermitentes aledañas al AP. Posible afectación de los patrones de escorrentías debido a la instalación de infraestructura y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	1	2	2	1	3	2	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	HSUB1	Afectación de las características fisicoquímicas del agua subterránea por mala disposición de los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
		HSUB2	Disminución en la infiltración por las actividades de deshierbe, modificaciones en la superficie e implantación de infraestructura en el AP durante la etapa de preparación del sitio y construcción	1	3	1	1	2	3	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	2	0.274	**PS**
Biótico	Flora	FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de deshierbe y despalme durante la preparación del sitio.	2	1	3	0	2	1	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	1	0.509	**MS**
	Fauna	FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia del personal en todas las etapas del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, la electrocución y a la incidencia del flujo de calor producido.	2	3	3	2	2	2	0.889	0.667	0.333	**0.961**	-	**MMS**	2	0.320	**PS**

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
		FAU2	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, mientras que en la etapa de Operación y mantenimiento por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, electrocución y/o incidencia del flujo de calor producido.	1	2	3	0	2	2	0.667	0.444	0.556	**0.798**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	PAI1	Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos.	1	1	3	2	2	3	0.556	0.778	0.222	**0.878**	-	**MMS**	1	0.000	**NS**

De acuerdo con la valoración realizada y como se resume en la siguiente tabla, se destaca lo siguiente:

- Bajo el escenario sin medidas de mitigación se observó que, los impactos SUE1 y AIR2 presentan un valor de “moderadamente significativo”, mientras que los impactos SUE2, AIR1, FLO1 y FAU2 presentan valores de “Significativo”, y finalmente los impactos HSUP1, HSUP2, HSUB1, HSUB2, FAU1 y PAI1 presentan un valor de “Muy Significativo”.

- Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que todos los impactos cambian su nivel de significancia, teniendo que los impactos SUE1, AIR1, AIR2, HSUP1, HSUP2, HSUB1, FAU2 y PAI1 cambian su nivel de significancia a “No significativo”; mientras que, el impacto SUE2 y FLO1 cambian su valor a “Moderadamente significativo” y los impactos SUE2 y FAU1 cambia su valor a “Poco significativo”.

V.3.1. Caracterización de los impactos por factor ambiental.

A continuación, se presenta una descripción de los impactos adversos por componente ambiental, conforme a la caracterización y valoración presentada anteriormente. Las tablas de la matriz de significancia del impacto con y sin medidas, se presenta en el **Anexo V.1 Matriz de impactos** (hoja Resumen Valoración), así como en la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Tabla V.8. Matriz de significancia del impacto con y sin medidas.

Componente	Clave	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
Suelo	SUE1	Alteración de las características fisicoquímicas del suelo, por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad, así como la pérdida de permeabilidad, derivado de las actividades de despalme, excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie permanente por el desplante de la infraestructura del Proyecto.	**MS**	**NS**
	SUE2	Incremento de la Erosión, derivado de la nivelación del sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del AP.	**S**	**MS**
Aire	AIR1	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes derivado del empleo de los vehículos, maquinaria y equipos, así como por la generación de polvos durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en el desmantelamiento y cierre y abandono.	**S**	**NS**
	AIR2	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades contempladas en la etapa de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento y cierre.	**MS**	**NS**
Hidrología superficial	HSUP1	Afectación a las características fisicoquímicas del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades contempladas en las cuatro etapas del Proyecto	**MMS**	**NS**
	HSUP2	Modificación de las escorrentías intermitentes aledañas al AP. Posible afectación de los patrones de escorrentías debido a la instalación de infraestructura y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	**MMS**	**NS**

Componente	Clave	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
Hidrología subterránea	HSUB1	Afectación de las características fisicoquímicas del agua subterránea por mala disposición de los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	MMS	NS
	HSUB2	Disminución en la infiltración por las actividades de deshierbe, modificaciones en la superficie e implantación de infraestructura en el AP durante la etapa de preparación del sitio y construcción	MMS	PS
Flora	FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de deshierbe y despalme durante la preparación del sitio.	S	MS
Fauna	FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia del personal en todas las etapas del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, la electrocución y a la incidencia del flujo de calor producido.	MMS	PS
	FAU2	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, mientras que en la etapa de Operación y mantenimiento por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, electrocución y/o incidencia del flujo de calor producido.	S	NS
Paisaje	PAI1	Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos.	MMS	NS

V.3.1.1. Suelo.

Se identificaron 2 impactos que afectarán las características fisicoquímicas del suelo, así como la modificación del relieve, de los cuales uno de ellos se presentará durante todas las etapas del proyecto, mientras que el otro impacto se considera únicamente en la etapa de preparación del sitio y construcción del **Proyecto**:

- SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.
- SUE2. Incremento en la erosión.

El impacto SUE1 se presentará en las etapas de Preparación de sitio y Construcción del Proyecto, debido a la posible contaminación del suelo, por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad, así como la pérdida de permeabilidad, derivado de las actividades de despalme, excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie permanente por el desplante de la infraestructura del **Proyecto**.

El impacto SUE2 se presentará derivado de la nivelación del sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del AP.

De acuerdo con la valoración realizada, el impacto SUE1 presenta un valor de significancia “Moderadamente significativo”, mientras que el impacto SUE2 presenta un valor de significancia

“Significativo” sin la aplicación de medidas. Sin embargo, con la implementación de medidas de mitigación, los impactos adquieren un valor de “No significativo” para el impacto SUE1, y de “Moderadamente significativo” para el impacto SUE2.

V.3.1.2. Aire.

Para el factor aire se identificaron 2 impactos ambientales que se presentarán en las etapas de Preparación de sitio y Construcción del proyecto, así como en el Desmantelamiento y cierre, afectando la calidad del aire y el nivel sonoro, estos son los siguientes:

- AIR1. Afectación de la calidad del aire.
- AIR2. Modificación del nivel sonoro.

La calidad del aire podrá verse afectada por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna (diésel y gasolina) de los vehículos automotores y uso de equipos y maquinaria que se encuentren operando. Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos, que ocurre principalmente, por el paso de maquinaria y equipo por áreas de terracería. Asimismo, durante la etapa de desmantelamiento y abandono, por el desmantelamiento de las instalaciones podrán generarse la dispersión de polvos.

En el caso de la emisión de ruido, éste será producido por la operación de los vehículos automotores y maquinaria que sean empleados para las actividades del **Proyecto** durante la etapa de Preparación de sitio, Construcción y Desmantelamiento y Cierre.

De acuerdo con la valoración de los impactos, los impactos sobre la calidad del aire y nivel de ruido tendrán una significancia de “Significativo” y “Muy significativo” sin la implementación de medidas de mitigación; mientras que, considerando las medidas propuestas, la significancia final será de “No significativo” para cada uno de los impactos.

V.3.1.3. Hidrología superficial

Se identificaron 2 impactos, que afectarán a la hidrología superficial en todas las etapas del proyecto para el HSUP1, y durante la etapa de Preparación de sitio y Construcción del proyecto para HSUP2, tales como:

- HSUP1. Posible afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.
- HSUP2. Posible modificación de las escorrentías intermitentes.

Las principales interacciones negativas que se identificaron para el impacto HSUP1 implican actividades como el manejo inadecuado de los residuos generados en dichas etapas, lo que puede ocasionar una alteración a las características fisicoquímicas del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades contempladas en las cuatro etapas del Proyecto.

Para el impacto HSUP2 se puede tener una modificación de las escorrentías intermitentes aledañas al AP. Posible afectación de los patrones de escorrentías debido a la instalación de infraestructura y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.

De acuerdo con la valoración realizada, tanto el impacto HSUP1 como el impacto HSUP2 presentan un valor de significancia de “Muy significativo” sin la implementación de medidas, sin embargo, con la implementación de medidas de mitigación, los impactos adquieren un valor de “No significativo”.

V.3.1.4. Hidrología subterránea.

Se identificaron 2 impactos que afectarán la Hidrología subterránea en todas las etapas del proyecto para el impacto HSUB1 y durante la etapa de Preparación de sitio y Construcción para el HSUB2, tales como:

- HSUB1. Posible afectación a las características fisicoquímicas del agua subterránea.
- HSUB2. Disminución de la infiltración.

El impacto HSUB1 es susceptible de presentarse debido a un mal manejo de los residuos generados durante las actividades del proyecto, puede ocurrir un accidente de contaminación del suelo que, en caso de no ser manejado adecuadamente y pueda infiltrarse y contaminar el agua subterránea. Un mal manejo de las aguas sanitarias puede ocasionar un impacto en la calidad del agua subterránea.

El impacto HSUB2 se presenta por la disminución en la infiltración por las actividades de deshierbe, modificaciones en la superficie e implantación de infraestructura en el AP durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

De acuerdo con la valoración realizada, ambos impactos, HSUB1 y HSUB2 presentan un valor de “Muy Significativo”, sin la implementación de medidas de mitigación; pero con la implementación de medidas de mitigación y compensación estos impactos pasan a presentar un valor de “No Significativo” y “Poco significativo” para cada uno respectivamente.

V.3.1.5. Flora.

Se identificó 1 impacto para el componente flora en la Preparación de Sitio y Construcción, tal como:

- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora.

Se considera la afectación a la abundancia y cobertura de la vegetación presente en el área del **Proyecto** por la limpieza del sitio donde se instalará el proyecto, por las actividades de despalme y deshierbe. En el área del **Proyecto** NO se registró ninguna especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que pudieran resultar afectadas en el **AP** ni **AI**, solo se registraron especies protegidas en el **SAR** (*Cedrela odorata)*.

De acuerdo con la valoración realizada, el impacto FLO1 presenta un valor de “Significativo” sin la aplicación de medidas, ahora bien, para este impacto, no se consideran medidas de mitigación sobre este factor, dado que no se afectará vegetación forestal ni especies en peligro o endémicas, toda vez que el desplante del proyecto en su totalidad, ocupará áreas de Agricultura de temporal semipermanente y Pastizal cultivado. sin embargo, se tendrán acciones encaminadas a la protección de la flora del **AP**, como: la regeneración natural en áreas de paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible y se prohibirá estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre, con ello, la valoración del impacto cambia a “Moderadamente significativo”.

V.3.1.6. Fauna.

Se identificaron 2 impactos susceptibles de afectar la fauna en la etapa de Preparación de Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del **proyecto**, estos son:

- FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
- FAU2. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.

Respecto a la afectación a la abundancia y diversidad, así como a especies en riesgo, en seguida se presenta una descripción generalizada por cada grupo taxonómico en el **AP**, **AI** y **SAR** para las especies más abundantes y las menos abundantes; dicho análisis a mayor detalle se presenta en la caracterización del Capítulo IV.

Con respecto a la abundancia, la clase o grupo faunístico con mayor número de individuos registrados fue el de las aves con 340 individuos, seguido de los reptiles con 21 individuos, finalmente, los mamíferos con 18 registros, estos datos suman los registros obtenidos en todas las áreas que conforman el **Proyecto**.

Para la riqueza especifica, el trabajo de campo arrojó como resultado un total de 42 especies de fauna, distribuidas en 3 grupos faunísticos, 15 órdenes y 24 familias, teniendo que el grupo de las aves presentó el mayor número de especies con 35 registros, seguido del grupo de los mamíferos con 4 especies y finalmente, el grupo de los réptiles con 3 especies.

El impacto FAU1 se presentará en el **AP** o **AI** por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia del personal en todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, la electrocución y a la incidencia del flujo de calor producido.

El impacto FAU2 se puede presentar para las especies de fauna listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010,** y/o endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, o bien, durante la etapa de Operación y mantenimiento por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, electrocución y/o incidencia del flujo de calor producido.

De acuerdo con la valoración realizada, sin la implementación de medidas, se obtuvo que el impacto FAU1 tiene un valor de “Muy Significativos” y el impacto FAU2 será “Significativo” sin medidas, debido a que se modificará la superficie donde se implementará el **Proyecto**, con lo cual se tendrá desplazamiento de fauna, la pérdida de hábitats y la posible afectación a individuos será mayor; por otro lado, considerando la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación, el impacto FAU1 pasará a ser “Poco significativo”, mientras que el impacto FAU2 pasará a ser “No significativo”.

V.3.1.7. Paisaje.

Se identificó un impacto sobre el Paisaje durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, así como el Desmantelamiento y cierre y abandono del proyecto:

- PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**.

Este impacto es susceptible de presentarse a causa de la construcción de la infraestructura para la generación de energía eléctrica (Planta Fotovoltaica), así como la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos y la inserción de instalaciones superficiales temporales del **Proyecto**, mientras que en el Desmantelamiento y cierre del proyecto, se presentará debido al retiro de la infraestructura, lo que podría ocasionar la generación de residuos y polvos, así como presencia de maquinaria.

De acuerdo con la evaluación del paisaje, la calidad visual es **baja**, que corresponde a áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales; asimismo representa una zona con fragilidad paisajística **baja**, con la capacidad para absorber los cambios por la introducción de elementos artificiales, cuyos elementos se encuentran condicionados a las evidencias de alteración y condiciones ambientales en el **SAR**, **AI** y **AP**.

De acuerdo con la valoración realizada, este impacto sin la implementación de medidas se califica como “Muy Significativo”; mientras que, con la implementación de medidas pasa a ser “No significativo”.

V.4. Impactos acumulativos.

El Artículo 3°, fracción VII, del **REIA** describe un impacto ambiental acumulativo como: el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Para determinar los impactos ambientales acumulativos, definidos en el **REIA**, se ha considerado lo manifestado en el Capítulo IV, en donde se realizó el análisis de los componentes y procesos abióticos y bióticos y se elaboró el diagnóstico ambiental del **SAR** (“línea base”).

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del **Proyecto** como si éste fuera la única fuente de cambio en el **SAR**, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de fenómenos naturales u otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el **Proyecto** va a interactuar.

V.4.1. Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del Sistema Ambiental Regional.

Como se menciona en el Capítulo IV de la **MIA-R**, dentro del **SAR** existen los siguientes usos de suelo y tipos de vegetación: asentamientos humanos, cuerpo de agua, pastizal cultivado, vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia, agricultura de temporal semipermanente y bosque cultivado.

Con base en estos usos de suelo se considera que existen otras actividades en el **SAR** y **AI** que se encuentran modificando los factores ambientales evaluados en el presente capítulo, englobados en asentamientos humanos y agrosistemas, los cuales se describen en seguida:

Asentamientos urbanos: dentro de esta categoría se presentan todas las obras que se realizan para un centro urbano, como vivienda, carreteras, infraestructura y equipamiento.

Agrosistemas: aquí se engloban los campos de agricultura. Las principales afectaciones que ocasionan son la reducción de la cobertura vegetal original para la creación de los campos de agricultura, la alteración de la calidad de suelo por los cultivos y la modificación del patrón hidrológico por la canalización de los escurrimientos para el riego de los campos de agricultura que se encuentran dentro del **SAR**. Dichos impactos identificados se suman a los generados por las actividades del **Proyecto** durante preparación del sitio y la construcción, las cuales afectan los componentes mencionados principalmente con el uso de maquinaria y equipos y la generación de residuos durante las diferentes etapas del **Proyecto**.

Para determinar los componentes afectados previamente dentro del **SAR**, se realizó la matriz, en la cual se identifican los indicadores relacionados con obras y actividades existentes.

Asimismo, se asignó el valor de acumulación conforme al criterio de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en donde el impacto presenta un valor de:

- 0 (nula): cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos,
- 1 (poca): cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental.
- 2 (media): cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente.
- 3 (alta): cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente).

Tabla V.9. Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en el **SAR**.

Clave	Impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyecto	Valor
SUE1	Alteración de las características fisicoquímicas del suelo, por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad, así como la pérdida de permeabilidad, derivado de las actividades de despalme, excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie permanente por el desplante de la infraestructura del Proyecto.	x	x	x	**2**
SUE2	Incremento de la Erosión, derivado de la nivelación del sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del AP.		x	x	**1**
AIR1	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes derivado del empleo de los vehículos, maquinaria y equipos, así como por la generación de polvos durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en el desmantelamiento y cierre.	x	x	x	**2**

Clave	Impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyecto	Valor
AIR2	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades contempladas en la etapa de preparación del sitio, construcción, y desmantelamiento y cierre.	x	x	x	**2**
HSUP1	Afectación a las características fisicoquímicas del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades contempladas en las cuatro etapas del Proyecto	x	x	x	**3**
HSUP2	Modificación de las escorrentías intermitentes aledañas al AP. Posible afectación de los patrones de escorrentías debido a la instalación de infraestructura y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	x	x	x	**3**
HSUB1	Afectación de las características fisicoquímicas del agua subterránea por mala disposición de los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	x	x	x	**2**
HSUB2	Disminución en la infiltración por las actividades de deshierbe, modificaciones en la superficie e implantación de infraestructura en el AP durante la etapa de preparación del sitio y construcción	x	x	x	**2**
FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de deshierbe y despalme durante la preparación del sitio.	x	x	x	**2**
FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia del personal en todas las etapas del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, la electrocución y a la incidencia del flujo de calor producido.	x	x	x	**2**
FAU2	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, mientras que en la etapa de Operación y mantenimiento por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, electrocución y/o incidencia del flujo de calor producido.	x	x	x	**2**
PAI1	Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos.	x	x	x	**2**

Conforme a la tabla anterior, se observa que todos los impactos son acumulativos, dado que actualmente existen otras actividades generadoras de impactos sobre los factores ambientales evaluados, principalmente relacionadas con las actividades de asentamientos humanos y agrosistemas. Sin embargo, todos estos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación que formarán parte del desarrollo del **Proyecto**, las cuales se describen con detalle en el Capítulo VI, lo cual permitirá disminuir su acumulación.

V.5. Impactos sinérgicos.

El **REIA** en su Artículo 3°, fracción VIII, describe un impacto sinérgico como aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. También

Gómez-Orea (2013) describe un impacto sinérgico como uno de los atributos que tiene mayores repercusiones en la gestión ambiental.

Por lo tanto, de conformidad con la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se identificaron los siguientes impactos sinérgicos indicados en la siguiente tabla, donde el impacto adquirió valores de:

- 0 nula: cuando no se presentan interacciones entre impactos;
- 1 ligera: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas,
- 2 moderada: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas y
- 3 fuerte: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.

Tabla V.10. Impactos sinérgicos del Proyecto**.**

Clave	Impacto	Sinergia (S)
SUE2	Incremento de la Erosión, derivado de la nivelación del sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del AP.	1
HSUP1	Afectación a las características fisicoquímicas del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades contempladas en las cuatro etapas del Proyecto	1
HSUP2	Modificación de las escorrentías intermitentes aledañas al AP. Posible afectación de los patrones de escorrentías debido a la instalación de infraestructura y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	1
HSUB1	Afectación de las características fisicoquímicas del agua subterránea por mala disposición de los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	1
HSUB2	Disminución en la infiltración por las actividades de deshierbe, modificaciones en la superficie e implantación de infraestructura en el AP durante la etapa de preparación del sitio y construcción	1
FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia del personal en todas las etapas del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, la electrocución y a la incidencia del flujo de calor producido.	2
PAI1	Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos.	2

De conformidad con los resultados, se tiene que los impactos de suelo, hidrología superficial e hidrología subterránea, son sinérgicos con una categoría de ligeros. Mientras que los impactos para la Fauna y el Paisaje, son sinérgicos en categoría moderada.

Sin embargo, dichos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación que formaran parte del desarrollo del Proyecto, lo cual permitirá disminuir su sinergia. Dichas medidas se presentan en el Capítulo VI.

V.6. Impactos residuales.

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del **SAR** reduzca su significancia. Sin embargo, pueden llegar a existir impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas y que son denominados residuales. Asimismo, el **REIA** en su Artículo 3°, fracción X, describe un impacto residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente de un proyecto sobre el ambiente.

Para el caso del **Proyecto**, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo en función del atributo de Duración (D), definido como Extensión en el tiempo del efecto generado por determinada acción o actividad del **Proyecto**, y adquiere valores entre 1 y 3 según lo señalado en la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., donde los impactos residuales serían aquellos que adquiere el valor de 3, correspondientes a los que persisten durante toda la vida útil del **Proyecto**. De conformidad con la matriz de valoración se identificaron los siguientes impactos residuales:

Tabla V.11. Impacto residual del Proyecto.

Clave	Impacto	Duración (D)
HSUB1	Afectación de las características fisicoquímicas del agua subterránea por mala disposición de los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	3
FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de deshierbe y despalme durante la preparación del sitio.	3
FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia del personal en todas las etapas del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, la electrocución y a la incidencia del flujo de calor producido.	3
FAU2	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, mientras que en la etapa de Operación y mantenimiento por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, electrocución y/o incidencia del flujo de calor producido.	3
PAI1	Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos.	3

De conformidad con la tabla anterior, se tiene que los impactos HSUB1, FLO1, FAU1, FAU2 y PAI1 son susceptibles de presentarse como residuales por la implementación del **Proyecto**; sin embargo, dichos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, que formaran parte del desarrollo del Proyecto, lo cual permitirá disminuir su residualidad. Dichas medidas se presentan en el Capítulo VI.

V.7. Conclusiones.

Se identificaron 14 impactos ambientales sobre los factores aire, suelo, hidrología superficial y subterránea, flora, fauna, paisaje y social: de los cuales 12 son negativos y 2 son positivos, estos últimos relacionados con generación de empleos y creación de infraestructura de servicios; estos impactos negativos son los siguientes:

1. AIR1. Afectación de la calidad del aire.
2. AIR2. Modificación del nivel sonoro.
3. SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.
4. SUE2. Incremento de la erosión.
5. HSUP1. Posible afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial
6. HSUP2. Posible modificación de las escorrentías.
7. HSUB1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.
8. HSUB2. Disminución de la infiltración.
9. FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.
10. FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
11. FAU2. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.
12. PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**.
13. SOC1. Generación de fuentes de empleo. (impacto positivo).
14. SOC2. Creación de infraestructura de servicios. (impacto positivo).

De acuerdo con la valoración realizada se destaca que:

- Bajo el escenario sin medidas de mitigación se observó que, los impactos SUE1 y AIR2 presentan un valor de “moderadamente significativo”, mientras que los impactos SUE2, AIR1, FLO1 y FAU2 presentan valores de “Significativo”, y finalmente los impactos HSUP1, HSUP2, HSUB1, HSUB2, FAU1 y PAI1 presentan un valor de “Muy Significativo”.

- Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que todos los impactos cambian su nivel de significancia, teniendo que los impactos SUE1, AIR1, AIR2, HSUP1, HSUP2, HSUB1, FAU2 y PAI1 cambian su nivel de significancia a “No significativo”; mientras que, el impacto SUE2 y FLO1 cambian su valor a “Moderadamente significativo” y los impactos SUE2 y FAU1 cambia su valor a “Poco significativo”.

Todos los impactos son acumulativos, dado que actualmente existen otras actividades generadoras de impactos sobre los factores ambientales evaluados, principalmente relacionadas con las actividades de asentamientos humanos y agrosistemas.

Los impactos de suelo, hidrología superficial e hidrología subterránea, son sinérgicos con una categoría de ligeros. Mientras que los impactos para la Fauna y el Paisaje, son sinérgicos en categoría moderada.

Finalmente, se tiene que los impactos HSUB1, FLO1, FAU1, FAU2 y PAI1 son susceptibles de presentarse como residuales por la implementación del **Proyecto**

Sin embargo, todos estos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir su acumulación, sinergia y residualidad. Dichas medidas se presentan en el Capítulo VI.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

CAPÍTULO VI:

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS, RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

PROYECTO:

“PV LOMA BONITA SOLAR”



PROMOVENTE:

SOLARIG DEVELOPMENT MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.

ÍNDICE DE CONTENIDO

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional…… 4

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 4

VI.2 Impactos ambientales identificados..... 5

VI.3 Proceso para mejorar y adoptar medidas 6

VI.3.1 Clasificación de las medidas de mitigación 7

VI.3.2 Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación.....10

VI.4 Selección de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación..... 10

VI.5 Diseño e integración de las estrategias..... 17

VI.5.1 Descripción de las estrategias o sistema de medidas de mitigación 17

VI.5.1.1 Conservación de la calidad atmosférica..... 17

VI.5.1.2 Conservación de la calidad del agua y escurrimientos 18

VI.5.1.3 Conservación de las condiciones edáficas..... 20

VI.5.1.4 Conservación de los indicadores de biodiversidad 21

VI.5.1.5 Conservación de las condiciones paisajísticas 23

VI.6 Programa de vigilancia ambiental (PVA)..... 26

VI.6.1 Objetivo general.....26

VI.6.2 Objetivos particulares 26

VI.6.3 Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental.....27

VI.6.3.1 Meta……..27

VI.6.3.2 Alcance……27

VI.6.4 Responsables de la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental 28

VI.6.5 Seguimiento y control de la aplicación del PVA 29

VI.6.6 Reportes de seguimiento.....31

VI.6.7 Cronograma de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación del Proyecto……..31

VI.6.8 Acciones que integran el PVA 33

VI.6.8.1 Acciones de rescate y reubicación de flora 34

VI.6.8.2 Acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna 35

VI.6.8.3 Acciones de manejo integral de residuos..... 37

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI.6.8.4 Acciones de educación ambiental 39
VI.6.8.5 Acciones encaminadas a la conservación de suelos 40
VI.6.8.6 Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente 41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1. Impactos ambientales descritos en el Capítulo V 5
Tabla VI.2. Medidas de mitigación seleccionadas para el Proyecto 11
Tabla VI.3 Medidas de mitigación seleccionadas particularmente para la fauna voladora del proyecto. .. 12
Tabla VI.4 Tabla de medidas resultante 12
Tabla VI.5. Descripción de la línea estratégica "Conservación de la calidad atmosférica" 18
Tabla VI.6. Descripción de la línea estratégica "Conservación de la calidad del agua" 19
Tabla VI.7. Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones edáficas" 21
Tabla VI.8. Descripción de la línea estratégica "Conservación de los indicadores de biodiversidad" 22
Tabla VI.9. Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones paisajísticas" 24
Tabla VI.10. Relación de las acciones específicas planteadas, sus indicadores de éxito y resultados esperados 24
Tabla VI.11. Medidas de control, prevención, mitigación y compensación y acciones específicas del PVA en cada una de las etapas del Proyecto 31
Tabla VI.12. Indicadores de evaluación de las acciones de rescate y reubicación de flora 34
Tabla VI.13. Indicadores de evaluación de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna 36
Tabla VI.14. Indicadores de evaluación de las acciones específicas de manejo integral de residuos 37
Tabla VI.15. Indicadores de evaluación de las acciones de educación ambiental 39
Tabla VI.16. Indicadores de evaluación de las acciones de conservación de suelos 40

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

Las acciones implicadas en restaurar un área impactada conllevan un conjunto de medidas de manejo, que son aquellas que pueden aplicarse durante las diversas etapas que comprende un **Proyecto** (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono) y que tienen por objeto prevenir, atenuar o compensar los efectos negativos ocasionados al medio. Estas acciones de acuerdo con su carácter e importancia en la aplicación, así como a la relación con el impacto, se clasifican según Weitzenfeld (1996) en:

- **Preventiva (P)**: conjunto de actividades o disposiciones anticipadas, para suprimir o eliminar los impactos negativos que pudieran causarse hacía un determinado recurso o atributo ambiental.
- **Mitigación (M):** conjunto de acciones propuestas para reducir o atenuar los impactos ambientales negativos.
- **Compensación (C)**: conjunto de acciones que compensan los impactos ambientales negativos, de ser posible con medidas de restauración o con acciones de la misma naturaleza (reforestación, creación de zonas verdes, compensaciones por contaminación, etc.).

Las acciones que en su conjunto se denominan medidas de manejo, son aquellas que pueden aplicarse para reducir los impactos negativos ocasionados al medio o a las condiciones ambientales. Se espera que estas medidas logren por lo menos alguno de los siguientes puntos:

- Evitar el impacto por completo al no realizar cierta actividad o reducir parcialmente la misma.
- Reducir el impacto limitando el grado o magnitud de la(s) actividad(es) y su realización (para lograrlo se sugiere la implementación de medidas preventivas).
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el medio afectado (para ello se implementan medidas de mitigación).
- Reducir o eliminar el impacto tras un periodo de tiempo mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida del **Proyecto** (al igual que en el punto anterior se sugieren las medidas de mitigación, así como de restauración).
- Compensar el impacto al remplazar o proporcionar recursos o ambientes sustitutos (en este caso se maneja por medio de medidas compensatorias).

Cabe aclarar que en la implementación de estas medidas se debe procurar el orden antes descrito (Canter, 1999). De esta forma se pretende asegurar la mínima afectación posible por las acciones del **Proyecto**, dando preferencia a evitar el impacto, sobre su reducción, rectificación y compensación.

Las medidas de mitigación, compensación y prevención son acciones de control ambiental que tienen la finalidad de reducir al mínimo los efectos negativos al ambiente y permitir la conservación de los componentes del medio natural para dar continuidad a la integridad del **SAR**.

Estas medidas se agrupan a través de **Acciones específicas** que se integran al Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**), para un mejor sistema de supervisión, monitoreo y vigilancia de los impactos ambientales adversos del **Proyecto.**

El área del **Proyecto** es una zona sumamente heterogénea, que, debido a la extensión del **Proyecto**, presenta una diversidad de tipos de uso de suelo y vegetación. Sin embargo, de acuerdo con lo descrito en el capítulo IV de la presente **MIA-R**, gran parte de la superficie a afectar cuenta con usos de suelo agrícolas. En este sentido, se tiene que no hay superficie vegetal forestal dentro del área del proyecto, por lo que las medidas propuestas en este estudio son de mitigación y compensatorias (por ejemplo, Acciones de Rescate y Reubicación de Flora, Acciones de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna y Acciones de revegetación natural sobre las áreas que no sean selladas únicamente del estrato herbáceo).

VI.2 Impactos ambientales identificados

Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales realizada en el Capítulo V de esta **MIA-R**, se pronostica la posible ocurrencia de 14 impactos ambientales, de los cuales 12 se reconocen como impactos negativos y dos es un impacto positivo (Tabla VI.1).

Tabla VI.1. Impactos ambientales descritos en el Capítulo V

Factor ambiental	Clave	Descripción	Etapa			
			PS	C	OM	CA
Suelo	SUE1	**Alteración de las características fisicoquímicas del suelo,** por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad, así como la pérdida de permeabilidad, derivado de las actividades de despalme, excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie permanente por el desplante de la infraestructura del Proyecto.	x	x	x	x
	SUE2	**Incremento de la Erosión**, derivado de la nivelación del sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del AP.	x	x		
Aire	AIR1	**Afectación de la calidad del aire** por la generación de gases contaminantes derivado del empleo de los vehículos, maquinaria y equipos, así como por la generación de polvos durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en el cierre y abandono.	x	x		x
	AIR2	**Modificación del nivel sonoro** por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades contempladas en la etapa de preparación del sitio, construcción y cierre.	x	x		x
Hidrología superficial	HSUP1	**Afectación a las características fisicoquímicas del agua superficial**, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades contempladas en las cuatro etapas del Proyecto	x	x	x	x
	HSUP2	**Modificación de las escorrentías** intermitentes aledañas al AP. Posible afectación de los patrones de escorrentías debido a la instalación de infraestructura y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	x	x		
Hidrología subterránea	HSUB1	**Afectación de las características fisicoquímicas del agua subterránea** por mala disposición de los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	x	x	x	x
	HSUB2	**Disminución en la infiltración** por las actividades de deshierbe, modificaciones en la superficie e implantación de infraestructura en el AP durante la etapa de preparación del sitio y construcción	x	x		
Flora	FLO1	**Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora** silvestre, debido a las acciones de deshierbe y despalme durante la preparación del sitio.	x			
Fauna	FAU1	**Afectación de la abundancia de fauna** por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia del personal en todas las etapas del Proyecto. Así mismo, durante	x	x	x	x

Factor ambiental	Clave	Descripción	Etapa			
			PS	C	OM	CA
		la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, la electrocución y a la incidencia del flujo de calor producido.				
	FAU2	**Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas**, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, mientras que en la etapa de Operación y mantenimiento por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura, electrocución y/o incidencia del flujo de calor producido.	x	x	x	x
Paisaje	PAI1	**Afectación de la calidad visual del paisaje**, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos.	x	x		
Social	SOC1	**Generación de fuentes de empleo*** Todas las actividades del Proyecto implican la generación de empleos temporales o permanentes.	x	x	x	x
	SOC2	**Creación de infraestructura de servicios***			x	

En el presente Capítulo se retoma esta relación de impactos, a partir de la cual se llevará a cabo el proceso de selección de medidas o acciones y la elaboración de las estrategias que atiendan en su totalidad a los impactos de carácter negativo y así asegurar la sostenibilidad del **Proyecto**. El esfuerzo se centra sobre los 12 impactos negativos que fueron identificados.

VI.3 Proceso para mejorar y adoptar medidas

La selección de las medidas que integrarán las estrategias se basó en un proceso de búsqueda de acciones que puedan prevenir, atenuar o compensar los distintos impactos ambientales, mediante la evaluación de su viabilidad, para lograrlo es necesario realizar:

- *Identificación de ideas/acciones*: a partir de la relación de impactos destacables que se identificaron en el Capítulo V de esta **MIA-R**, se realizó una consulta a los expertos que participaron en el desarrollo de los distintos estudios que integraron la MIA-R, para elaborar un conjunto de posibles acciones para prevenir, anular, revertir, mitigar o compensar los impactos ambientales, generando un total de tres posibles listados cuyo análisis y valoración se detalla en los siguientes párrafos.
- *Depuración:* Se evaluaron y analizaron cada una de las propuestas, para identificar cuál de las posibilidades resulta más viable, mediante los criterios de eficiencia, viabilidad técnica y viabilidad económica.
- *Selección:* a partir de la depuración se identificaron y seleccionaron las medidas que satisficieron los tres criterios de valoración aplicados.
- *Integración:* las medidas de mitigación que van dirigidas a un mismo elemento del **Proyecto** o a un factor ambiental se agruparon en estrategias que aseguren la viabilidad ambiental del **Proyecto**.
- *Descripción:* se realizó una descripción detallada de cada una de las estrategias adoptadas y se establecieron lineamientos para definir su orientación, momento de aplicación y su ámbito entre otras cosas.

Ya establecidas las estrategias con cada una de sus medidas o acciones, se prosiguió a la formulación e integración de un Programa de Vigilancia Ambiental.

VI.3.1 Clasificación de las medidas de mitigación

Por sus características, las medidas de mitigación que se propondrán en este capítulo pueden clasificarse según su orientación, según su carácter, según la fase de desarrollo del **Proyecto**, de acuerdo con el número de impactos que atenderá, según el signo del impacto, según el tipo y gravedad del impacto. Tal como se detalla a continuación:

a) De acuerdo con su orientación: En general las medidas se orientan a los tipos de impacto básicos que generará el **Proyecto**, por lo que habrá medidas para:

- *Minimizar los insumos / influentes.*
- *Minimizar los efluentes:* con medidas como evitar, reciclar, recuperar, reutilizar y, solo si lo anterior no es posible, se toma la medida de *tratar los efluentes*, al final para evitar problemas ambientales.

Para lograr cumplir con ambos objetivos existen tres opciones:

- *Modificar los procesos operativos*: ahorrar materias primas, agua y energía, así como reducir la cantidad de efluentes y mejorar su calidad.
- *Optimizar los procedimientos de operación y mantenimiento:* modificaciones en la organización y en las formas de operar; se trata de medidas rápidas, sencillas y de implantación poco costosas, por ejemplo, control de inventarios, mejora del transporte, optimización del almacenamiento y manipulación de materiales y trabajos de mantenimiento.
- *Cambiar la localización del **Proyecto** o de alguno de sus elementos*. En ocasiones la prevención del impacto requiere un cambio del emplazamiento de algunos componentes del **Proyecto**, de alguno de sus elementos o de los lugares de aprovisionamiento o de vertido.

Las primeras dos opciones se dirigen a los impactos de sobreexplotación y contaminación, mientras que la tercera está dirigida a los impactos significativos de ocupación.

b) Según su carácter

- *Protectoras,* son medidas que tienen la finalidad de proteger ecosistemas, paisajes o elementos valiosos evitando los impactos que puedan afectarles y actuando, fundamentalmente, sobre la localización de la obra o de sus partes; así, por ejemplo, se protege un ecosistema valioso afectado por el paso del vial interno, desplazando su trazado; pero también puede protegerse por cambios en la tecnología, en el tamaño, en el calendario de construcción o de operación, en el diseño, en los materiales de construcción o en las materias primas para la operación, en la mano de obra, etc.

- *Correctoras,* corrigen el **Proyecto** para conseguir una mejor integración ambiental; para ello modifican el proceso productivo, introducen elementos no previstos: reducción de velocidad de los vehículos, normas de seguridad para reducir el riesgo de accidentes, actúan sobre la distribución de los elementos del **Proyecto**: disposición de residuos resguardados de los vientos para evitar arrastres eólicos, a sotavento de la dirección dominante de los vientos, por ejemplo.
- *Curativas,* prevén la intervención sobre ciertos impactos una vez producidos, por ejemplo, recuperación de suelos contaminados, tratamientos de áreas afectadas, etc.
- *Potenciativas,* favorecen los procesos naturales de regeneración: por ejemplo, tratamientos fortalecedores de la vegetación, etc.
- *Compensatorias,* se refieren, propiamente, a los impactos negativos residuales los cuales no admiten una corrección, de tal manera que sólo pueden ser compensados por otros efectos de signo positivo. Estos pueden ser de la misma naturaleza que el impacto que se compensa, por ejemplo, plantar en otro lugar las especies vegetales destruidas, o completamente distintos: compensar económicamente a las personas afectadas por el **Proyecto**.

c) Según las fases de desarrollo del **Proyecto**:

Las medidas pueden aplicarse en las distintas etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción, operación y abandono o desmantelamiento. Algunas medidas serán presupuestables, en cuyo caso deben integrarse en el seno del **Proyecto** con sus correspondientes partidas presupuestarias a través del Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**).

Es importante señalar que la eficiencia de las medidas es mejor si se aplican durante las etapas tempranas del desarrollo, logrando así el evitar que se presenten importantes impactos secundarios, resultando así más eficaces. Por lo que lo más conveniente es realizarlas, en la medida de lo posible, al mismo tiempo que la obra sustantiva.

d) En cuanto al número de factores o impactos a que se dirigen:

- *Monovalentes o específicas:* están dirigidas a un solo impacto, caso poco frecuente dada la condición de sistema del **Proyecto**, del entorno y de la conjunción de ambos.
- *Polivalentes o que atienden a varios impactos a la vez:* esto es lo más común ya que corresponde al carácter interactuante de los factores ambientales. Las medidas protectoras y conservadoras del suelo protegen también la vegetación, la hidrología, la fauna y el paisaje; la revegetación tiene efectos sobre el ruido, la erosión, el suelo, el paisaje, la fauna, la hidrología, etc.
- *Sinérgicas:* se trata de cuando la acción combinada de varias medidas supera la suma de los efectos de cada una de ellas actuando aisladamente.

e) Atendiendo al signo del impacto:

- Dirigidas a *prevenir* o corregir los impactos negativos del **Proyecto**, en los párrafos anteriores.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Dirigidas a *mejorar* los efectos positivos o introducirlos cuando no los haya: por ejemplo, aprovechar una medida anti ruido para mejorar la situación preexistente, etc.
- Dirigidas a *aprovechar* mejor las oportunidades que ofrece el medio para el funcionamiento del **Proyecto**.

f) Según el tipo y gravedad del impacto:

- *Obligatorias,* medidas que se aplican a impactos corregibles y ambientalmente inadmisibles.
- *Convenientes,* corresponden a impactos corregibles y ambientalmente admisibles.
- *“Enmiendas a la totalidad”*, se dirigen a los impactos ambientalmente inadmisibles, sin posibilidad de corregirlos, de modificarlos o de evitarlos, por lo que exigen una modificación en profundidad de todo él, derivándolo hacia otras alternativas.

g) En cuanto a su ámbito:

- *Generales*: estas medidas se refieren al conjunto del espacio afectado y de las acciones de la obra, impactos genéricos, como la retirada y conservación de tierras vegetales, la revegetación, la construcción cuidadosa y limpia, etc.
- *Particulares:* se dirigen a impactos específicos en lugares concretos.

h) Atendiendo al objeto:

Estas medidas se enfocan a adoptar el punto de vista del usuario del **Proyecto**, evaluando los factores perjudiciales y potencializando los benéficos, mejorando las condiciones de seguridad, comodidad de funcionamiento, reducción de riesgos naturales, etc.

De acuerdo con lo anterior y con lo que dispone el Reglamento de la **LGEEPA** en materia de **EIA** (**REIA**), a lo largo de este capítulo se presenta y describe el proceso de identificación, diseño y definición de las estrategias y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, identificados en el Capítulo V de esta **MIA-R**. Cabe mencionar, que para llevar a cabo el diseño de las mismas se consideró la información descrita en el Capítulo II, la cual se refiere a la naturaleza del **Proyecto** y de este modo se identificaron las acciones que pudieran generar impactos ambientales sobre algún factor o subfactor ambiental en particular. De igual modo se consideró la caracterización y el diagnostico de cada uno de los factores del ambiente identificados en el Capítulo IV.

Las medidas o acciones que se identifican en el presente Capítulo se pueden clasificar en medidas preventivas o de mitigación de acuerdo con su importancia en la prevención y mitigación de los impactos ambientales, que de acuerdo con el artículo 3° del **REIA** se definen del siguiente modo:

- *Medidas Preventivas:* son las acciones que el promovente debe ejecutar para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- *Medidas de Mitigación*: conjunto de acciones que debe llevar a cabo el promovente para atenuar los impactos y lograr el restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un **Proyecto** en cualquiera de sus etapas.

VI.3.2 Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación

Durante la identificación y selección de las medidas se consideraron los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica
    - Las medidas que se seleccionaron deben estar justificadas técnicamente y tener coherencia con los procesos constructivos, productivos del **Proyecto**, con el requerimiento de superficie, características de funcionamiento, necesidad de mantenimiento, implicaciones legales y administrativas, entre otras.
- Eficacia y eficiencia ambiental
    - Se evalúa la capacidad que tiene la medida para abarcar y lograr los objetivos planteados que se pretenden, incluye el impacto residual y el de la propia medida; en tanto la eficiencia se refiere a la relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.
- Viabilidad económica y financiera
    - La viabilidad económica se refiere a la relación entre costos y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia entre el costo de la medida y las posibilidades presupuestarias del promotor.
- Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control
    - En la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar para garantizar su ejecución.

Los criterios anteriormente descritos resultaron fundamentales para la selección de las medidas de mitigación, de las que fueron propuestas por los diferentes profesionales que participaron en el estudio.

VI.4 Selección de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación

Como parte de la selección de medidas que podrían derivar de cada uno de los impactos negativos con potencial manifestación en el **SAR** e identificados en el Capítulo V (Tabla VI.1), se aplicó un análisis de selección basado en los criterios descritos en la sección anterior.

La relación de impactos permitió la identificación de un conjunto de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, sin más límite que la lógica de cada planteamiento.

Posteriormente, en conjunto con los especialistas que participaron en todas las actividades técnicas de la **MIA-R**, se llevó a cabo el análisis para identificar aquellas medidas y/o acciones específicas que fueran viables. El grupo fue analizando cada impacto y discutiendo las posibilidades de reconocimiento de medidas que ayudaran a prevenir, mitigar y/o compensar el efecto negativo o potencializar el efecto positivo de cada impacto, mismas que se nominaron como “medidas particulares”.

Así, se integraron las medidas posibles de aplicar y, en consecuencia, se desecharon aquellas otras que evidenciaron incongruencia o falta de vinculación con el impacto que se pretendía enfrentar. El resultado alcanzado se detalla en la siguiente tabla, donde se presentan las medidas seleccionadas por ser aquellas que satisfacen los criterios anteriormente señalados.

Las medidas fueron analizadas según el alcance que se detectaba para cada una de ellas y, se agruparon en un conjunto más reducido que muestra el carácter polivalente de muchas de ellas, concluyendo en un conjunto de 27 medidas, definidas en esta **MIA-R** como medidas de aplicación obligatoria (Tabla VI.2).

Tabla VI.2. Medidas de mitigación seleccionadas para el Proyecto

Clave	Medida	Tipo de medida
M1	Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente.	Preventiva
M2	Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.	Preventiva
M3	Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.	Preventiva
M4	Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos.	Mitigación
M5	Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.	Mitigación
M6	Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.	Preventiva
M7	Acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles.	Mitigación
M8	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible.	Mitigación
M9	Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre.	Preventiva
M10	Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre.	Preventiva
M11	Se aplicarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación con especies de fauna silvestre que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Preventiva
M12	El deshierbe y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina.	Preventiva
M13	Construcción de obras de drenaje menor conformada por vados de concreto en puntos donde la trayectoria de las áreas de circulación internas del derecho de vía y de la línea de transmisión intercepte con escurrimientos superficiales con el fin de mantener el flujo natural de los mismos.	Mitigación
M14	Quedará estrictamente prohibido depositar residuos a cuerpos de agua y escurrimientos que se encuentren dentro y fuera del área del proyecto.	Preventiva
M15	Se permitirá la revegetación natural del estrato herbáceo sobre el derecho de vía y las áreas que no sean selladas.	Mitigación
M16	En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada.	Preventiva
M17	El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del Proyecto.	Preventiva
M18	Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado.	Preventiva
M19	Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera. El manejo de materiales con riego puede reducir hasta en un 50% la emisión de partículas.	Preventiva
M20	Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.	Preventiva
M21	El almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.	Preventiva
M22	Acciones de capacitación y educación ambiental en el manejo de la biodiversidad.	Preventiva

Con el objetivo de compatibilizar adecuadamente el desarrollo del proyecto con la conservación del medio natural y su biodiversidad, se adoptarán las siguientes medidas preventivas y correctoras para evitar o

minimizar los efectos negativos que el impacto de posible colisión y electrocución de la fauna voladora con la infraestructura del proyecto pudiera propiciar a la fauna voladora:

Tabla VI.3 Medidas de mitigación seleccionadas particularmente para el componente de la fauna (específicamente fauna voladora).

Clave	Medida	Tipo de medida
M23	Se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas.	Preventiva
M24	Se incrementará la visibilidad de los cables de la línea de transmisión, mediante la utilización de dispositivos salvapájaros, seleccionando los modelos que estén obteniendo mejores resultados, según los estudios más recientes.	Preventiva
M25	Señalización del vallado mediante balizas anti colisión fluorescentes y reflectantes, las cuales están diseñadas para llamar la atención de las aves que, de esta forma, modifican su vuelo para evitar chocar con las instalaciones eléctricas, lo anterior sin modificar la calidad visual del paisaje.	Preventiva
M26	Evitar la iluminación vespertina o nocturna de la planta siempre que sea posible, en caso de ser inevitable, se dispondrán de lámparas que emitan luz con longitudes de onda superiores a los 440 nm[1], para evitar la colisión de avifauna nocturna como las aves esteparias, las rapaces y los murciélagos. Los puntos de luz nunca serán de tipo globo y se procurará que el tipo empleado no disperse el haz luminoso, que debe enfocarse hacia abajo.	Preventiva
M27	Se colocarán disuadores en la zona de los paneles con la finalidad de hacer las superficies incómodas, evitando que las aves poseen o colisionen sobre estos. El tipo de disuadores será elegido a conveniencia del promovente. Se elegirá el sistema de disuasión menos invasivo para las aves y acorde a las características físicas y funcionales del proyecto.	Preventiva

De las medidas anteriormente señaladas, fueron establecidas para su aplicación de manera transversal en cada uno de los factores ambientales y del impacto generado, tal y como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla VI.4 Tabla de medidas resultante

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación (acciones específicas).
Aire	AIR1. Afectación de la calidad del aire	Impacto que puede presentarse por la generación de gases contaminantes por el empleo de vehículos y equipos que usen combustibles fósiles; por la dispersión de polvos debido al movimiento de tierras y tránsito de maquinaria y vehículos.	**M1**: Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2**: Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M3**: Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **M19:** Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera. El manejo de materiales con riego puede reducir hasta en un 50% la emisión de partículas.
	AIR2. Incremento del nivel sonoro	Incremento de los niveles de ruido debido al empleo de maquinaria y equipo para la ejecución de la preparación del sitio, construcción, mantenimientos y desmantelamiento.	**M1:** Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2:** Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de

[1] Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación (acciones específicas).
			maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M4:** Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos. **M5**: Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001. **M20:** Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.
Suelo	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	Disminución de la calidad del suelo por contaminación en caso de derrame accidental de sustancias oleosas o hidrocarburos de los vehículos y maquinaria, y por la inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como modificaciones de sus propiedades físicas por remoción de suelo y compactación.	**M1:** Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2:** Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M6:** Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **M7:** Acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. **M18:** Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado. **M21**: El almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.
	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	Incremento de la erosión debido a la remoción de la vegetación forestal en 0.8511 has y modificaciones en la superficie, así como pérdida de suelo por la realización de excavaciones.	**M3**: Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **M8:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación (acciones específicas).
			sea posible, así como en el derecho de vía de la Línea de transmisión. **M12:** El deshierbe y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina. **M15**. Se permitirá la revegetación natural del estrato herbáceo sobre el derecho de vía y las áreas que no sean selladas.
Hidrología superficial	HSUP1. Posible afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	Impacto que podría presentarse como consecuencia de un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**.	**M1**: Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2**: Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M6:** Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **M7:** Acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. **M18:** Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado. **M21**: El almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.
	HSUP2. Posible modificación de escorrentías	Modificación de las escorrentías intermitentes en el trazo de la Línea de Transmisión, lo que podría ocasionar una afectación de los patrones de escorrentías debido a la instalación de infraestructura y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	**M13:** Construcción de obras de drenaje menor conformada por vados de concreto en puntos donde la trayectoria de las áreas de circulación internas del derecho de vía y de la línea de transmisión intercepte con escurrimientos superficiales con el fin de mantener el flujo natural de los mismos. **M14**. Quedará estrictamente prohibido depositar residuos a cuerpos de agua y escurrimientos que se encuentren dentro y fuera del área del proyecto.
Hidrología subterránea	HSUB1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea	Impacto que podría presentarse como consecuencia de un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**, y que pudieran infiltrarse.	**M8:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. **M21**: El almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación (acciones específicas).
			envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos
	HSUB2. Disminución de la infiltración	Disminución de la infiltración de agua hacia los acuíferos por remoción de la vegetación forestal en 0.8511 has y modificaciones en la superficie.	**M8:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible.
Flora	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	Impacto que se generará debido a las acciones de remoción de la vegetación forestal en 0.8511 has.	**M9**. Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. **M22**. Acciones de capacitación y educación ambiental en el manejo de la biodiversidad.
Fauna	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	Impacto que se presentará en el área del **Proyecto** por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, equipos y personal; así como en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos.	**M10.** Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre. **M11**. Se aplicarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación con énfasis en aquellas especies de fauna silvestre que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. **M22**. Acciones de capacitación y educación ambiental en el manejo de la biodiversidad. **M23.** Se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas. **M24.** Se incrementará la visibilidad de los cables de la línea de transmisión, mediante la utilización de dispositivos salvapájaros, seleccionando los modelos que estén obteniendo mejores resultados, según los estudios más recientes. **M25.** Señalización del vallado mediante balizas anti colisión fluorescentes y reflectantes, estas están diseñadas para llamar la atención de las aves que, de esta forma, modifican su vuelo para evitar chocar con las instalaciones eléctricas, lo anterior sin modificar la calidad visual del paisaje. **M26.** Evitar la iluminación vespertina o nocturna de la planta siempre que sea posible, en caso de ser inevitable, se dispondrán de lámparas que emitan luz con longitudes de onda superiores a los 440 nm, para evitar la colisión de avifauna nocturna como las aves esteparias, las

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación (acciones específicas).
			rapaces y los murciélagos. Los puntos de luz nunca serán de tipo globo y se procurará que el tipo empleado no disperse el haz luminoso, que debe enfocarse hacia abajo. **M27.** Se colocarán disuadores en la zona de los paneles con la finalidad de hacer las superficies incómodas, evitando que las aves poseen o colisionen sobre estos. Se elegirá el sistema de disuasión menos invasivo para las aves y acorde a las características físicas y funcionales del proyecto.
	FAU2. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas	Se presentará en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos.	**M10.** Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre. **M11**. Se aplicarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación con especies de fauna silvestre que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. **M16:** En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada. **M22**. Acciones de capacitación y educación ambiental en el manejo de la biodiversidad.
Paisaje	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje	Impacto que se presentará a causa de la remoción de la vegetación, la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, la inserción de las instalaciones superficiales del **Proyecto**.	**M4:** Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos. **M8**: Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. **M9**. Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. **M10**. Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre. **M15**. Se permitirá la revegetación natural del estrato herbáceo sobre el derecho de vía y las áreas que no sean selladas. **M17:** El deshierbe y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina. **M21**: El almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación (acciones específicas).
			producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.

VI.5 Diseño e integración de las estrategias

Una vez concluido el análisis de las medidas de prevención y mitigación aplicables al **Proyecto**, éstas se agruparon de acuerdo con lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias[2] que agrupan las medidas de mitigación, las cuales son:

1. Conservación de la calidad atmosférica;
2. Conservación de la calidad del agua y escurrimientos;
3. Conservación de las condiciones edáficas;
4. Conservación de los indicadores de biodiversidad;
5. Conservación de las condiciones paisajísticas.

VI.5.1 Descripción de las estrategias o sistema de medidas de mitigación

Al concluir el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables al **Proyecto**, éstas se agruparon de acuerdo con los lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias que agrupan las medidas de mitigación.

Basándose en este ejercicio, se describen a continuación las estrategias de mitigación que se aplicarán para atenuar, disminuir o mitigar el efecto de los impactos ambientales negativos.

La descripción que se presenta sigue un esquema en el cual los impactos se agrupan por la incidencia hacia determinado factor y subfactor del ambiente y por la etapa del **Proyecto** en la cual se prevé pudieran registrarse los impactos destacables. En cada estrategia se incluyen las medidas orientadas a atender los impactos correspondientes.

De igual forma se citan los diferentes impactos que las diversas medidas se orientan a prevenir, evitar, regular, mitigar o compensar y, en cada caso se detalla el período de aplicación que se compromete para alcanzar los resultados esperados, mismos que habrán de ser reportados en los informes de seguimiento ambiental.

VI.5.1.1 Conservación de la calidad atmosférica

Como parte de las actividades que se realizaran durante la preparación del sitio y construcción, la calidad atmosférica podría alterarse de forma puntual y temporal, debido al tránsito vehicular y de maquinaria al

[2] Serie de acciones previamente analizadas, encaminadas hacia un fin determinado. RAE: Es un concepto regulable, conjunto de las reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento.

levantarse partículas edáficas o bien por el incremento en los niveles sonoros; razón por la cual se plantea esta estrategia.

Mediante las acciones previstas para evitar la dispersión del suelo, se evitará incrementar la concentración de partículas suspendidas, aunque la presencia de material particulado sería temporal y local, por lo que no es un impacto que se extienda a grandes distancias; también se propone humedecer las áreas con riegos antes de trabajar con movimientos de tierras y cubrir el suelo extraído para evitar su dispersión y así controlar la generación y emisiones de partículas a la atmósfera.

Asimismo, para evitar incrementar la concentración de otros materiales, como gases provenientes de la combustión, el parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente. Mediante este trámite, también se verifican los niveles de emisión de ruido. De forma adicional, se prevé el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, vehículos y equipo, con la finalidad de evitar averías y fuentes potenciales de contaminantes.

Además, el personal de obra contará con el equipo de protección personal completo, considerando el trabajo que se encuentran desarrollando, como casco, chaleco, botas de seguridad, guantes y tapones auditivos para aquellos que se encuentren en áreas donde los decibeles sonoros son mayores.

Tabla VI.5. Descripción de la línea estratégica “Conservación de la calidad atmosférica”

Estrategia 1	Conservación de la calidad atmosférica		
Impacto que atiende:	• Afectación de la calidad del aire. • Modificación del nivel sonoro.		
Factor Ambiental:	Aire	**Subfactor Ambiental:**	Calidad Nivel sonoro
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la “Conservación de la calidad atmosférica”, debido a que los impactos ambientales identificados pudieran alterar la concentración de partículas suspendidas o del confort sonoro debido a la presencia de maquinaria, vehículos y equipo, por e movimiento de tierras, así como del personal de obra.		
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental del aire y la protección hacia los trabajadores de la promovente y contratistas.		
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente aire, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que la capacidad de asimilación y dispersión de los contaminantes generados por el uso de maquinaria y equipo mantenga su equilibrio dentro del ecosistema.		
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.		

VI.5.1.2 Conservación de la calidad del agua y escurrimientos

El objetivo principal de esta estrategia es mantener la calidad del agua y el curso de los escurrimientos intermitentes, mediante buenas prácticas durante las etapas de desarrollo del **Proyecto**, el manejo adecuado de residuos y la construcción de obras. Principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se aplicarán las medidas contenidas en esta estrategia, considerando que las afectaciones se encuentran relacionadas con el manejo de residuos, el mantenimiento vehicular, de maquinaria y equipo y el diseño del **Proyecto**.

Durante la preparación del sitio y construcción, el parque vehicular y maquinaria deberán contar con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la recarga de combustible, esto con la finalidad de evitar que los hidrocarburos originen un deterioro de la calidad del agua, no solo en el **AP** sino en los cuerpos de agua que pueda haber en las inmediaciones. Asimismo, cuando la maquinaria se encuentre estacionada y sin ser utilizada, o que no tenga una supervisión constante, se prevé la colocación de material impermeable debajo, lo que evitará que posibles derrames de hidrocarburos alcancen el suelo o escorrentías intermitentes. Estas acciones se encuentran contenidas en las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo.

La capacitación constante al personal de obra ayudará a reducir la probabilidad de accidentes que provoquen el deterioro en la calidad del agua. Lo mismo acaece con el mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, siendo responsabilidad de cada contratista que se encuentre involucrada en las diferentes etapas del **Proyecto** y con lo cual se prevé detectar posibles averías que podrían originar afectaciones al factor hídrico.

Además, se presentan acciones específicas para el manejo integral de residuos, con acciones básicas que permitirán el manejo adecuado de éstos, así como la colocación de letrinas portátiles, cuyas aguas residuales que será generadas estarán a cargo de una empresa debidamente acreditada para el manejo, traslado y disposición de las mismas, la capacitación al personal para la clasificación y manejo de los residuos y su correcta disposición en contenedores específicos para cada tipo de residuo.

Por lo que se refiere a la modificación de escorrentías intermitentes, con el objetivo de conservar en la medida de lo posible los niveles de infiltración de agua se propone que, una vez finalizada la etapa de construcción, se favorecerá la revegetación natural del estrato herbáceo, en las áreas de los paneles solares y en otras áreas donde sea posible, con lo cual también se contribuirá a reducir el posible incremento de erosión hídrica y eólica en el sitio de establecimiento del **Proyecto**. Al finalizar la etapa de abandono, de igual forma, se permitirá y promoverá la revegetación natural en el sitio abandonado.

Tabla VI.6. Descripción de la línea estratégica “Conservación de la calidad del agua”

Estrategia 2	**Conservación de la calidad del agua**		
Impacto que atiende:	• Posible afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial y subterránea. • Disminución de la infiltración. • Posible modificación de escorrentías intermitentes,		
Factor Ambiental:	Hidrología superficial Hidrología subterránea	**Subfactor Ambiental:**	Calidad del agua superficial y subterránea. Recarga de acuíferos (infiltración) Modificación de escorrentías intermitentes.
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la “Conservación de la calidad hidrológica en el AP”, debido a que el impacto ambiental identificado pudiera alterar la calidad del agua superficial y subterránea, debido a derrames potenciales de gasolina, diésel y aceites, así como por un mal manejo de residuos, y la modificación de escorrentías intermitentes.		
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental de la hidrología y la protección hacia la infiltración y los escurrimientos intermitentes.		
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente hidrológico, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que la capacidad de infiltración y la calidad del agua superficial y subterránea		

Estrategia 2	Conservación de la calidad del agua
	mantengan su equilibrio dentro del ecosistema.
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.

VI.5.1.3 Conservación de las condiciones edáficas

En esta estrategia se incluyen las medidas que evitarán afectaciones a las zonas adyacentes, debido a las acciones de despalme y deshierbe, el tránsito vehicular, de personal o de maquinaria, que pudieran ocasionar un incremento en la susceptibilidad de erosión o bien propiciar la contaminación del suelo; por lo que, se identificaron medidas encaminadas a evitar, disminuir o compensar estas alteraciones durante las distintas etapas del **Proyecto**.

Como una primera acción se propone la delimitación de las áreas autorizadas, evitando ocasionar afectaciones a las zonas aledañas al **Proyecto**. El suelo extraído, cuando sea necesario, se mantendrá cubierto con la finalidad de evitar su dispersión por efecto eólico.

Asimismo, con la implementación de las acciones específicas para el manejo integral de residuos, se prevé mantener la calidad del suelo, evitando la contaminación por descargas de aguas residuales, por el manejo inadecuado de residuos sólidos, el traslado y disposición final de éstos, poniendo énfasis a los residuos peligrosos. Se instalarán contenedores debidamente rotulados para la segregación de residuos, así como sanitarios portátiles en frentes de trabajo activos para evitar las deyecciones al aire libre que estas causen afectaciones al suelo y a la hidrología, el mantenimiento y limpieza de éstos estará a cargo de empresas acreditadas, quienes se encargaran del traslado y disposición final de las aguas residuales.

Para evitar incidentes relacionados con vertidos de grasas, aceites o hidrocarburos por falta de mantenimiento de vehículos, equipo o maquinaria, se deberá verificar que éstos estén en condiciones óptimas; además, las reparaciones se realizarán tomando las precauciones necesarias que eviten derrames en el suelo. Ante la eventualidad de tener que realizar alguna reparación de emergencia o uso de hidrocarburos, los operadores de maquinaria o vehículos contaran con un kit antiderrames. Los residuos peligrosos resultantes de estas actividades serán trasladados y dispuestos a través de una empresa que cuente con las autorizaciones correspondientes.

Para mitigar el impacto de susceptibilidad de erosión se propone que, una vez finalizada la etapa de construcción, se favorezca la revegetación natural del estrato herbáceo, en aquellas áreas donde sea posible.

En conjunción estas medidas son eficientes considerando que la presencia de una cobertura vegetal no solo protege el suelo contra la erosión de impacto, sino que también brinda rugosidad al terreno por el que el flujo superficial viaja, reduciendo su velocidad y, por ende, su poder erosivo.

Así, esta estrategia agrupará algunas medidas polivalentes específicas para atender total o parcialmente dos impactos destacables (Tabla VI.7).

Tabla VI.7. Descripción de la línea estratégica “Conservación de las condiciones edáficas”

Estrategia 3	Conservación de las condiciones edáficas		
Impacto que atiende:	• Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo • Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		
Factor Ambiental:	Suelo	**Subfactor Ambiental:**	Características fisicoquímicas Pérdida de suelo (erosión)
Descripción de la estrategia:	Los impactos relacionados con las características fisicoquímicas y la susceptibilidad de erosión pueden provocar una inestabilidad en los suelos, situación que puede afectar a otros componentes ambientales, por lo que las medidas propuestas se enfocan a evitar estas alteraciones durante la preparación del sitio, construcción y operación, de tal forma que las características edáficas se mantengan lo más similar posible que en la línea base (T_0) establecida en el capítulo IV.		
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental edafológico a partir de la calidad y la pérdida de suelo.		
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente edafológico, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo controlar la pérdida y mantener la calidad de suelo dentro del ecosistema.		
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.		

VI.5.1.4 Conservación de los indicadores de biodiversidad

Esta estrategia fue determinada considerando los impactos ambientales identificados que pudieran afectar los valores de diversidad vegetal y de fauna, ya sea de forma directa sobre los individuos de algunas de las especies presentes en el área de establecimiento del **Proyecto**, o alterando consigo los valores de abundancia e índices de diversidad.

Para mitigar y/o compensar estos impactos, se prevé la instalación de señalización que regulen los límites de velocidad, no solo dentro del **AP**, sino en las vías alternas, aunado a que, por políticas de cada contratista, se deberá concientizar al personal de obra sobre la importancia de cuidar la flora y fauna silvestre, dentro y fuera de las áreas de las instalaciones de trabajo, además de la importancia de no circular en áreas fuera de las vialidades. Asimismo, se prohibirá al personal que labore en las actividades del Proyecto, a no colectar, cazar, extraiga y deñe ningún ejemplar tanto de flora como de fauna, y se instalarán letreros alusivos a dichas prohibiciones.

Con la finalidad de no causa afectaciones a individuos silvestres, se conformarán brigadas que se encargarán de realizar las actividades de ahuyentamiento, así como de rescate y reubicación tanto de fauna como de la flora presente en el área del **Proyecto**, incluyendo aquellas especies faunísticas de lento desplazamiento, siguiendo los lineamientos establecidos para cada acción especifica propuesta. Se considera que la selección adecuada de los sitios de reubicación en caso de requerir reubicar ejemplares de fauna, juega un papel importante para proveer oportunidades de supervivencia iguales a las oportunidades que se tenía antes de ser rescatados y reubicados, ya que la fauna se enfrentará a las mismas bondades y presiones del ecosistema. Es importante no perder de vista que las condiciones presentes en el **AP** se observaron también presentes en el **SAR**, por lo que se puede asegurar que el **AP** no es un sitio único o con características excepcionales imposibles de encontrar en otro sitio. Con base en el conocimiento y estudio de **AP**, **AI** y el **SAR**, así como con el conocimiento y experiencia en el manejo de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

la fauna, además del conocimiento de las especies rescatadas y la adecuada selección de los sitios de reubicación se asegura que la fauna reubicada podrá tener las mismas oportunidades de sobrevivencia que tenía en su lugar de origen y además los individuos de fauna no serán sometidos al estrés innecesario.

En sentido estricto, con la ejecución pertinente y adecuada de las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre se estima que el total de los individuos de fauna presente en el área del **Proyecto** sobreviva; considerando que la primera acción será ahuyentar a los individuos faunísticos, con lo que se busca asegurar su sobrevivencia de la fauna fuera del predio y aquellos individuos de fauna que no logren salir del **AP** por sus propios medios, serán rescatados y reubicados por personal que cuente con los conocimientos y la experiencia necesaria; asimismo el personal estará equipado con los instrumentos y el materiales que contribuirán al adecuado manejo de los individuos de fauna, de esta forma se busca asegurar la sobrevivencia de todo los individuos faunísticos presente en el área del **Proyecto**.

Aunado a lo anterior, el **Proyecto** que nos ocupa es lineal y no se considera la colocación de cercos perimetrales, por lo que no se prevé la creación de efecto barrera, ni se impedirá el paso de los ejemplares de fauna. Durante la etapa de construcción del **Proyecto**, previo al inicio de obras, se revisarán aquellas zanjas que hayan quedado abiertas en busca de organismos que hayan caído de forma accidental, los cuales serán rescatados y reubicados previendo causar el menor estrés posible.

Al término de la etapa constructiva, se favorecerá la revegetación, principalmente de herbáceas, en aquellas áreas donde sea posible y durante la etapa de abandono se propiciará la revegetación natural en todas las áreas que fueron ocupadas por el **Proyecto**, para favorecer, mediante el proceso de sucesión natural, el establecimiento de una cobertura vegetal superficial similar a la de los predios adyacentes.

Tabla VI.8. Descripción de la línea estratégica “Conservación de los indicadores de biodiversidad”

Estrategia 4	Conservación de los indicadores de biodiversidad		
Impacto que atiende:	• Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre. • Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre. • Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		
Factor	Fauna Flora	**Subfactor**	Abundancia y diversidad Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas
Descripción de la estrategia:	La estrategia está diseñada para mantener las condiciones adecuadas para la conservación de la diversidad faunística y florística que podrían verse alterados a causa de los impactos ambientales adversos identificados para estos factores.		
Viabilidad	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental de la biodiversidad y la protección del hábitat permitiendo se mantenga la biodiversidad dentro del ecosistema.		
Eficacia	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación la biodiversidad y al hábitat, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que se mantenga la biodiversidad en el hábitat del ecosistema presente.		
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.		

VI.5.1.5 Conservación de las condiciones paisajísticas

La estrategia número 5 está encaminada a la “Conservación de las condiciones paisajísticas”, debido a que las actividades inherentes al desarrollo del **Proyecto** pudieran afectar algunos elementos del paisaje, alterando consigo las características en el tiempo cero. La estrategia está formada por algunas medidas de prevención, mitigación y compensación.

En primera instancia, las actividades inherentes a la preparación y construcción del **Proyecto**, deberán realizarse exclusivamente en aquellas áreas que sean autorizadas en materia de impacto ambiental, con esto se pretende no impactar áreas que aún conserven vegetación forestal. Asimismo, con la implementación de las acciones específicas para el manejo integral de residuos, se evitará que los materiales de construcción y los residuos generados (RSU, RP y RME) permanezcan por tiempos prolongadas en el **AP** y una vez que finalice la etapa de preparación del sitio, se realizará la limpieza del **AP**, con la finalidad de mantener la calidad y visibilidad del paisaje, es decir, su condición escénica.

Aunado a lo anterior, se realizarán capacitaciones constantes al personal que labore en el **Proyecto**, con la intención de concientizarlos en temas referentes al manejo de residuos, orden y limpieza en los frentes de trabajo para mantener la calidad paisajística entre otros temas que favorezcan el cuidado del medio ambiente.

Retomando la información proporcionada en el capítulo V de la presente **MIA-R**, el impacto “Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**”, fue evaluado como un impacto de carácter negativo y acumulativo, toda vez que permanecerá a lo largo de la vida útil del **Proyecto**. Aunque no alcanzó una categoría de impacto significativo o relevante, toda vez que no cumple con los alcances de la hermenéutica de la definición establecida en la fracción IX, Artículo 3 del Reglamento de la **LGEEPA**.

Si bien no existe una única definición de paisaje el Convenio Europeo del Paisaje (Consejo de Europa (CEP), 2000) propone una definición con carácter integrador y transversal, indicando que se entiende el paisaje como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter es el resultado de la acción y la interacción de factores naturales o humanos. Se trata quizás de una definición integradora y que hace referencia explícita a las tres características referidas previamente: componente físico, percepción y recurso.

Considerando la información presentada, es posible resumir que, el paisaje es un factor subjetivo en función de la apreciación del perceptor. Siguiendo el mismo orden de ideas, el paisaje actual del **AP** se compone de un mosaico de diferentes tipos de vegetación y usos de suelo en su mayoría de uso agrícola, la modificación por la implementación del **Proyecto** considera el deshierbe y despalme con fines de limpieza del terreno, y aunque habrá áreas donde se presente revegetación con especies herbáceas y superficie aledaña al **AP** con acciones de revegetación al finalizar la etapa constructiva, se tendrá superficie que quedará sin vegetación.

En este caso se prevé la implementación de medidas encaminadas a evitar, prevenir o minimizar este posible impacto mediante la implementación de sistemas y dispositivos de seguridad, la implementación de acciones de mantenimiento y de prevención de accidentes, otras de respuesta a emergencias, además de la obtención de un seguro de daños, responsabilidad civil y daños al ambiente.

Tabla VI.9. Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones paisajísticas"

Estrategia 5	Conservación de las condiciones paisajísticas		
Impacto que atiende:	• Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI		
Factor	Paisaje	**Subfactor**	Calidad visual
Descripción de la estrategia:	La estrategia descrita en esta cédula, está diseñada para la conservación de las condiciones paisajísticas, toda vez que este factor puede verse afectado por un impacto ambiental adverso identificado.		
Viabilidad	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental paisajístico permitiendo se mantenga su integridad dentro del ecosistema.		
Eficacia	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al paisaje, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que se mantenga la biodiversidad en el hábitat del ecosistema presente.		
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.		

Retomando la información precedente, como parte de las medidas propuestas se desarrollaron los lineamientos y acciones de acciones específicos, señaladas en la Tabla VI.2, la implementación de acciones encaminadas a la conservación de suelos y actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos para contratistas y promovente.

Las acciones específicas forman parte del Programa de Vigilancia ambiental (**PVA**); los resultados esperados, así como los indicadores de éxito de estas acciones (Tabla VI.10) están en función del factor objetivo de aplicación, por lo que los indicadores pueden ser cuantificables.

Tabla VI.10. Relación de las acciones específicas planteadas, sus indicadores de éxito y resultados esperados

Acciones especificas	Indicador y evidencia de cumplimiento	Resultados esperados
Acciones de Rescate y Reubicación de Flora	◦ % de individuos que pudieran ser rescatados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico ◦ Sobrevivencia del 85% de los ejemplares que pudieran ser susceptibles de ser rescatados y reubicados al término del periodo de 6 meses	En caso de encontrarse algún ejemplar susceptible de rescatar en los sitios del **Proyecto**, se reubicarían dichos individuos, vulnerables de lento crecimiento y que pudieran tener alguna importancia por sus características ecológicas, medicinales o etnobotánicas; se busca minimizar el daño a las poblaciones que pudieran presentarse en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos reubicados (85%) y mantener el número de ejemplares rescatados dentro del ecosistema. Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos reubicados, evitando causar daño excesivo durante el trasplante. Asimismo, aquellos elementos cuyas dimensiones impidan su rescate, se hará la compensación 1:1, esto es que, por cada elemento adulto, se colocará un juvenil.
Acciones de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna	◦ % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados ◦ Bitácora de rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de ejemplares de lento desplazamiento o fosoriales que pudieran presentarse en el **AP**. La reubicación se realizará en zonas fuera de la construcción; lo cual será reforzado mediante la concientización ambiental de los trabajadores.
Acciones de Manejo Integral de Residuos	◦ Bitácoras de residuos ◦ Manifiestos de traslado y disposición final	Con la aplicación de las actividades de manejo de residuos, se pretende tener un control de los

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Acciones especificas	Indicador y evidencia de cumplimiento	Resultados esperados
	° Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP ° Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final ° N° de derrames atendidos de manera correcta	residuos generados por las obras que contempla el **Proyecto**. Además de un manejo adecuado a cada uno de los residuos producidos, mediante la clasificación y un resguardo adecuado. En caso de derrames accidentales, correcta aplicación de las medidas propuestas.
Actividades para la Educación Ambiental	° Número de empleados capacitados ° Número de reportes por incumplimiento de las cuadrillas	Se espera que todo el personal involucrado en las distintas etapas del **Proyecto**, sea capacitado, con la finalidad de no causar afectaciones a los factores ambientales por la presencia de personal, maquinaria y vehículos.
Acciones encaminadas a la conservación de suelos	° Relación de acciones propuestas y realizadas	Con la aplicación de estas acciones se espera, por un lado, el mantener las condiciones de la capa edáfica presente en el AP y, por el otro, implementar actividades que detengan los procesos erosivos.
Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos para contratistas y promovente	° Número de vehículos que cuentan con documentación de mantenimiento correcto, reparaciones o mantenimiento brindado a la maquinaria, equipo o vehículos. ° Bitácoras de mantenimiento	Evitar o minimizar las afectaciones relacionadas con derrames potenciales de hidrocarburos por falta de mantenimiento a la maquinaria, equipo y vehículos; además de poder mantener a éstos en óptimas condiciones.

Las acciones específicas tienen la finalidad de evitar o disminuir los efectos adversos del **Proyecto**, cualquiera que sea su fase de ejecución. Se expresarán en un Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**) que deberá considerar, a lo menos, que se cumplan con lo siguiente:

- Impedir o evitar completamente el efecto adverso significativo de una obra o acción, o de alguna de sus partes.
- Minimizar o disminuir el efecto adverso significativo mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes, o a través de la implementación de las medidas específicas.
- Reparar y/o restaurar con la finalidad de reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser posible, restablecer sus propiedades básicas. Dichas medidas se expresarán en medidas de reparación y/o restauración.
- Compensar ambientalmente para producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.
- Las medidas de reparación y compensación ambiental sólo se llevarán a cabo en las áreas o lugares en que los efectos adversos significativos que resulten de la ejecución o modificación del **Proyecto** o actividad se presenten o generen.
- Si de la predicción y evaluación del impacto ambiental del **Proyecto** se deducen situaciones eventuales de riesgo al medio ambiente, el titular del **Proyecto** deberá proponer medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes. Las medidas de prevención de riesgos tienen por finalidad evitar que aparezcan efectos desfavorables en la población o en el medio ambiente. Las medidas de control de accidentes tienen por finalidad permitir la intervención eficaz en los

sucesos que alteren el desarrollo normal de un **Proyecto** o actividad, en tanto puedan causar daños a la vida, a la salud humana o al medio ambiente.

VI.6 Programa de vigilancia ambiental (PVA)

La correcta y oportuna ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el presente capítulo e integradas en acciones específicas, podrán prevenir, mitigar y compensar los impactos que pudiese generar el **Proyecto**. Sin embargo, es necesaria una supervisión constante, primero, para la ejecución correcta de cada medida y, posteriormente, para corregir cualquier eventualidad o contingencia que llegara a presentarse durante o después de la ejecución física del **Proyecto**. La supervisión en todo momento estará a cargo de personal especialista en medio ambiente.

No obstante que, es importante destacar que el **PVA** en su versión actualizada será integrado y entregado a la autoridad competente, una vez autorizado el **Proyecto** motivo de esta **MIA-R**, de manera que puedan incorporarse las obligaciones impuestas por la autoridad a las medidas propuestas en este capítulo.

Bajo esta óptica, se estructura el **PVA** que integra las acciones específicas señaladas en la Tabla VI.2.

VI.6.1 Objetivo general

Definir un sistema de seguimiento para sustentar la toma de decisiones orientadas al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas en la **MIA-R**, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad en materia de impacto ambiental a través de la resolución que ésta emita.

VI.6.2 Objetivos particulares

- Asegurar que el cumplimiento de las obligaciones ambientales sea congruente con los criterios de integración ambiental establecidos en la **MIA-R**;
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados;
- Detectar la posibilidad de que surjan impactos no previstos en la **MIA-R** (impactos supervinientes) y prever la aplicación de las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos;
- Detectar, oportunamente, impactos no previstos en la **MIA-R** e identificar y proponer a la promovente del **Proyecto** la aplicación de las medidas adecuadas para prevenirlos, mitigarlos o compensarlos;
- Informar al promovente y al director de la obra sobre los aspectos objeto de la vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficiente;

- Asegurarse que cada contratista disponga en obra con personal capacitado que sea responsable de la ejecución de las acciones específicas que le competan, el cual contará con conocimientos previos adecuados a las distintas actividades a realizar en el **Proyecto**;
- Documentar todas las acciones procedentes, derivadas del cumplimiento de las obligaciones ambientales que debe atender el promovente.
- Vigilar la eficacia resultante de la ejecución de las obligaciones ambientales, de forma tal que se pueda determinar su eficiencia y, en dado caso, implementar acciones adicionales que mejoren las actividades.

VI.6.3 Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental

VI.6.3.1 Meta

El **PVA** se considera como un sistema abierto, con capacidad de modificar, cambiar o adaptarse a las situaciones que se planteen, esto es que, debe servir como mecanismo de retroalimentación mediante el cual los resultados obtenidos sirvan para modificar los objetivos iniciales y en general, permitir la revisión periódica del programa inicialmente planteado, de esta forma, también se permite la detección de efectos no previstos para así adoptar las medidas adecuadas.

Es necesario dar seguimiento a la evolución de los impactos previstos, de forma que no se superen las magnitudes pronosticadas, las cuales se pretenden reducir al mínimo a través de las medidas propuestas en cada uno de los programas planteados y, en caso necesario, diseñar un nuevo sistema de medidas que permitan minimizar las afecciones al medio.

En este sentido, las metas esperadas con la ejecución del **PVA** son las siguientes:

- Sensibilizar, concientizar y aportar conocimiento acerca del cuidado del medio ambiente, buenas prácticas ambientales y legislación ambiental vigente al 100% del personal que ingrese al **Proyecto**.
- Obtener un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para el manejo y disposición adecuada de los residuos generados durante todas las etapas del **Proyecto**.
- Alcanzar un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para la conservación de suelos.
- Obtener un porcentaje para las acciones de rescate, reubicación y mantenimiento de los individuos flora propuestos para rescate en el **AP** con un umbral mínimo del 85%.
- Lograr un porcentaje de cumplimiento de las acciones propuestas para el rescate y reubicación de fauna silvestre con un umbral mínimo del 90%.

VI.6.3.2 Alcance

El **PVA** tiene como principal alcance la verificación de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas para las distintas etapas del **Proyecto**. Éstas aplican tanto para el

personal, como para los contratistas, considerando su respectiva verificación en tiempo y espacio; es decir, el lugar y momento en el cual se ejecutarán dentro del programa de trabajo, describiendo las metodologías a ser implementadas, determinando la funcionalidad de las mismas y evidenciando la evolución que presenta la calidad del ecosistema en el sitio donde se pretende la realización del **Proyecto**. Además, se cuantifican de manera sistemática los efectos ambientales de las obras y actividades a través de la generación de informes anuales de las acciones realizadas por componente ambiental.

VI.6.4 Responsables de la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental

La correcta ejecución del **PVA** será responsabilidad del organismo promotor y de las empresas contratistas. A continuación, se presenta la responsiva correspondiente a cada una de las partes involucradas en el cumplimiento del presente **PVA**.

Responsabilidad del organismo promotor

La aplicación del **PVA**, primordialmente, será responsabilidad de SOLARIG DEVELOPMENT MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V. quien deberá tener como responsables en campo al menos a un supervisor ambiental que tendrá la obligación y autoridad para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que pudieran afectar al ambiente.

Los supervisores deberán tener la capacidad técnica y de autoridad para tomar decisiones en caso de que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas no funcionen como se ha previsto o que se detecten impactos que, por su naturaleza, no son perceptibles en etapas anteriores.

Como parte de sus obligaciones, los supervisores ambientales deberán coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del **Proyecto**, llenar las bitácoras de seguimiento y elaborar informes referentes a sus observaciones durante y después de la implementación de las medidas para posteriormente compilarlos en un documento final.

Además, los supervisores ambientales serán responsables de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Ejecutar y coordinar el **PVA**.
- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia ambiental.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que se pudieran presentar.
- Elaborar los informes anuales donde se muestre el grado de cumplimiento de cada medida enmarcada en este **PVA**.
- En caso de ser necesario, determinar nuevas medidas de prevención, mitigación o compensación, así como modificar las ya establecidas.

Resulta imperante mencionar que los supervisores ambientales podrán echar mano del apoyo de la gente encargada del **Proyecto** (contratistas, responsables de obra, entre otros), ya que se encuentra la mayor parte del tiempo en el área del **Proyecto**, para que apoyen en el llenado de algunas bitácoras. Esto con la intención de que todas las medidas sean seguidas durante todo el tiempo que dure cada etapa del **Proyecto** y no sólo durante la presencia de los supervisores ambientales.

Responsabilidad de las empresas contratistas

Para dar cumplimiento a las medidas propuestas será necesario vigilar su aplicación por parte de los contratistas, que en su caso tendrían las siguientes funciones:

- Supervisar y coordinar la ejecución de las medidas según lo previsto en este **PVA**.
- Proporcionar a los supervisores ambientales los medios necesarios para el llenado de las bitácoras y en general para dar cumplimiento del **PVA**.
- Mantener constante comunicación y coordinación con los supervisores ambientales.

Asimismo, es deseable que cada contratista cuente con un supervisor ambiental o personal encargado de las cuestiones ambientales, esto con la finalidad de dar seguimiento al cumplimiento de las medidas y obligaciones que sean impuestas en el oficio resolutivo. Cada contratista elaborará los informes y recabará la evidencia del cumplimiento de las obligaciones para ser entregados al supervisor ambiental de la promovente.

VI.6.5 Seguimiento y control de la aplicación del PVA

La promovente contará con al menos un supervisor ambiental el cual realizará visitas de supervisión mediante las cuales verificará el debido cumplimiento de todos y cada uno de los compromisos ambientales de los contratistas y de las acciones específicas incluidas dentro del **PVA**. Durante las visitas de inspección se llenará una bitácora para dar un seguimiento adecuado a las observaciones realizadas durante la visita. Asimismo, se contará con coordinadores ambientales que estarán de manera permanente en el sitio durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, quienes verificarán y tomarán decisiones según lo que reporten los supervisores ambientales.

La bitácora de inspección consiste en un formato donde se llevarán a cabo los registros de incumplimiento de cada medida, conforme se identifiquen durante el recorrido de inspección, por factor e indicador ambiental afectado y anotando las observaciones que correspondan, incluidos los datos de ubicación. Asimismo, se anotará la actividad que generó el incumplimiento.

Además, deberá generarse un anexo fotográfico de evidencias que documente a través de imágenes recuperadas en campo en los frentes de trabajo, los incumplimientos ambientales identificados.

La promovente realizará una supervisión continua en sus frentes de trabajo y de manera mensual se generará un reporte que contenga la aplicación de las medidas de mitigación. Este reporte será firmado por el supervisor ambiental. Se anotarán de manera clara las fechas y el número de folio en cada bitácora y reporte generado mensualmente o de acuerdo con lo que se especifique para cada medida en cada etapa del **Proyecto**.

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución y aplicación de las actividades y medidas de control, prevención y mitigación, éstas serán evaluadas con uno o más indicadores de cumplimiento para cada una

de las medidas aplicables en el periodo de revisión. Los indicadores pueden ser de carácter administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento de una condición que puede constatarse presencialmente, como la extracción del total de individuos de especies en riesgo o la ausencia de concreto tirado sobre áreas forestales, etc.).

En el caso de la resolución de contingencias ambientales que pudieran detectarse durante la inspección, éstas deberán siempre resolverse.

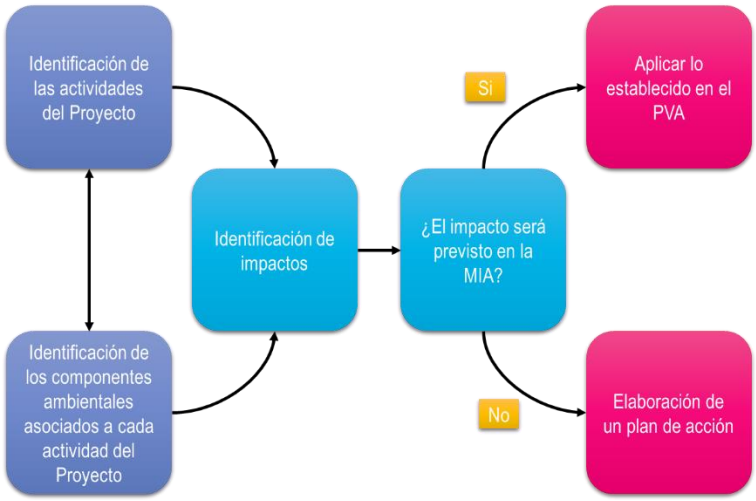
Las reincidencias en incumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación deberán ser nulas, de no ser así, deberán ejecutar medidas de restauración y compensación y se revisarán la aplicación de las acciones específicas incluidas en el **PVA**, con el fin de detectar fallas en su aplicación y así mejorar el cumplimiento de cada medida.

Durante las inspecciones se identificarán todas las actividades del **Proyecto,** así como los componentes ambientales asociados a cada una de ellas. Con base en ello, se identificarán los impactos ambientales, determinando cuáles de ellos se encuentran previstos en la evaluación de impactos e incluidos en el **PVA**, elaborando un plan de acción en caso de que el impacto no se encuentre previsto dentro de evaluación de impactos, tal y como se muestra en la Figura VI.1

Todos los impactos ambientales no previstos y las desviaciones registradas durante las visitas de supervisión se registrarán y rastrearán a través del tiempo y se establecerá un plan de acción específico para cada uno de ellos. En el formato se detallará la desviación, el factor ambiental afectado, la actividad que lo generó y la normatividad aplicable.

El responsable ambiental analizará la raíz del problema para, posteriormente, generar un plan de acción que incluya responsables, acciones (actividades) y fechas de conclusión. Aunado a esto, deberá verificar y dar seguimiento a las acciones tomadas y aplicadas para mitigar el impacto ambiental identificado. Todas las medidas de mitigación deberán estar documentadas y soportadas con anexos con la finalidad de evidenciar las actividades realizadas.

Figura VI.1. Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental



VI.6.6 Reportes de seguimiento

Elaboración de informes de seguimiento con las conclusiones de las inspecciones realizadas y en donde se efectuará una valoración general del grado de avance de las obras y de la aplicación de las medidas preventivas y correctoras establecidas en los documentos que rigen la ejecución del **Proyecto**. Con este sistema de documentación se pretende garantizar la disponibilidad de la información requerida en los informes preceptivos a presentar para su análisis, evaluación y, en su caso validación, a la **Autoridad**.

Se elaborarán **reportes anuales** de cumplimiento del **PVA**, según quede ordenado por la autoridad ambiental competente en el resolutivo que se emita como parte de la evaluación y resolución de la **MIA-R**. Estos reportes deberán contener todas las evidencias de cumplimiento de cada una de las condicionantes y términos del resolutivo de impacto, así como de todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación propuestas y de las acciones específicas que forman parte del **PVA**. Para dar seguimiento a lo anterior, la Promovente contará con los siguientes documentos:

- Bitácora de inspección (evento);
- Registros fotográficos de evidencias (mensual);
- Informe de la ejecución del **PVA** (mensual), e
- Informe anual de cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo.

Adicionalmente, se contarán con bitácoras específicas que serán integradas a los informes de ejecución del **PVA**, tal como bitácora de rescate de individuos de flora silvestre, bitácora de rescate de individuos de fauna silvestre (listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y/o de lento desplazamiento), bitácora de reubicación de individuos de fauna silvestre, bitácoras de residuos (RSU, RME, RP), por mencionar algunas de las bitácoras ambientales operativas que estarán bajo la responsabilidad del supervisor ambiental.

VI.6.7 Cronograma de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación del Proyecto

En la Tabla VI.11 se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en las acciones específicas de la **MIA-R** para las diferentes etapas del **Proyecto**.

Tabla VI.11. Medidas de control, prevención, mitigación y compensación y acciones específicas del PVA en cada una de las etapas del Proyecto

PS: Preparación del sitio C: Construcción; O&M: Operación y Mantenimiento; CA: Desmantelamiento y cierre.

Clave	Medida	PS					C	O & M					CA
		Años											
		1	2	3	4	5	Año 1 al año 5	1	2	3	…	30	1
M1	Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente.												
M2	Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.												
M3	Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.												

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Medida	PS					C	O & M					CA
		Años											
		1	2	3	4	5	Año 1 al año 5	1	2	3	…	30	1
M4	Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos.												
M5	Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.												
M6	Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.												
M7	Acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles.												
M8	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible.												
M9	Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre.												
M10	Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre.												
M11	Se aplicarán técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación con especies de fauna silvestre que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.												
M12	El deshierbe y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina.												
M13	Construcción de obras de drenaje menor conformada por vados de concreto en puntos donde la trayectoria de las áreas de circulación internas del derecho de vía y de la línea de transmisión intercepte con escurrimientos superficiales con el fin de mantener el flujo natural de los mismos.												
M14	Queda estrictamente prohibido depositar residuos a cuerpos de agua y escurrimientos que se encuentren dentro y fuera del área del proyecto.												
M15	Se permitirá la revegetación natural del estrato herbáceo sobre el derecho de vía y las áreas que no sean selladas.												
M16	En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada.												
M17	El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del Proyecto.												
M18	Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado.												
M19	Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera. El manejo de materiales con riego puede reducir hasta en un 50% la emisión de partículas.												

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Medida	PS					C	O & M					CA
		Años											
		1	2	3	4	5	Año 1 al año 5	1	2	3	…	30	1
M20	Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.												
M21	El almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.												
M22	Acciones de capacitación y educación ambiental en el manejo de la biodiversidad.												
M23	Se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas.												
M24	Se incrementará la visibilidad de los cables de la línea de transmisión, mediante la utilización de dispositivos salvapájaros, seleccionando los modelos que estén obteniendo mejores resultados, según los estudios más recientes.												
M25	Señalización del vallado mediante balizas anti colisión fluorescentes y reflectantes, estas están diseñadas para llamar la atención de las aves que, de esta forma, modifican su vuelo para evitar chocar con las instalaciones eléctricas, lo anterior sin modificar la calidad visual del paisaje.												
M26	Evitar la iluminación vespertina o nocturna de la planta siempre que sea posible, en caso de ser inevitable, se dispondrán de lámparas que emitan luz con longitudes de onda superiores a los 440 nm[3], para evitar la colisión de avifauna nocturna como las aves esteparias, las rapaces y los murciélagos. Los puntos de luz nunca serán de tipo globo y se procurará que el tipo empleado no disperse el haz luminoso, que debe enfocarse hacia abajo.												
M27	Se colocarán disuadores en la zona de los paneles con la finalidad de hacer las superficies incómodas, evitando que las aves poseen o colisionen sobre estos. Se elegirá el sistema de disuasión menos invasivo para las aves y acorde a las características físicas y funcionales del proyecto.												

VI.6.8 Acciones que integran el PVA

El **PVA** se basa en la implementación de un conjunto de medidas y técnicas que constituyen la base necesaria para la realización de una serie de acciones para la protección del ambiente circundante al **AP**,

[3] Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre.

además de generar al mismo tiempo una memoria con la cual se informará ante la autoridad del tipo y grado de afección ambiental generada y las medidas de mitigación aplicadas en cada momento por las distintas acciones derivadas del **Proyecto**, de acuerdo con las siguientes actividades a implementar.

VI.6.8.1 Acciones de rescate y reubicación de flora

Dichas acciones tienen la finalidad de proteger ejemplares de flora que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto**. La ejecución de las actividades son una medida para la conservación de las especies silvestres con el fin de asegurar su sobrevivencia y cumplir con la legislación en la materia para asegurar la sustentabilidad del **Proyecto**, además de ser una herramienta útil para el mantenimiento de la biodiversidad local.

Las acciones específicas tienen un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de ecosistemas y diferentes tipos de vegetación; aunque también existen áreas con signos de perturbación.

Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de un metro de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil.

Es importante mencionar que además de las actividades de rescate y reubicación de flora, también se permitirá y favorecerá el crecimiento de las especies herbáceas, una vez terminada la construcción, es decir se permitirá el restablecimiento de la cubierta vegetal en aquellas áreas donde sea factible y no comprometa la integridad del parque solar, brindando mantenimientos periódicos a través del retiro de las especies exóticas que pudieran llegaran a colonizar el sitio.

Objetivo de las acciones propuestas: minimizar las afectaciones potenciales a la flora silvestre presente en el **AP**, a través de la ejecución de acciones de protección, conservación, rescate y reubicación de flora que serán desarrolladas previo a las actividades de desmonte.

Indicador de realización y eficacia: Como indicador se utilizará el porcentaje de avance del rescate de flora susceptible de rescatar en la superficie del **Proyecto** autorizado y como indicador de eficacia se utilizará la sobrevivencia de los individuos rescatados y reubicados (proporción de plantas que están vivas en relación con las plantas efectivamente reubicadas), así como la evaluación de vigor de las plantas (que es la proporción de órganos vigorosos del total de las especies vivas):

Tabla VI.12. Indicadores de evaluación de las acciones de rescate y reubicación de flora

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de avance del rescate de flora en la superficie del Proyecto	$P = \frac{S_r}{S_i} x100$ P = Avance en el rescate de flora. Sr = Superficie efectiva donde se ha ejecutado el recate de flora. Si = Superficie forestal total del **Proyecto**.	100% de la superficie que ocupará el **Proyecto**.

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de sobrevivencia de los individuos rescatados	$S = \frac{\sum ai}{mi} x100$ Donde S = Sobrevivencia de plantas reubicadas Σai = Sumatoria de plantas vivas en el sitio i mi= Plantas reubicadas en el sitio i	Sobrevivencia de al menos el 85% de los individuos reubicados
Evaluación del estado fitosanitario	$pS = \frac{\sum si}{\sum ai} x100$ Donde *pS* = Proporción estimada de árboles sanos Σ*si* = Sumatoria de plantas sanas en el sitio *i* Σai = Sumatoria de plantas vivas en el sitio *i*	Se espera que el 90% o más de los ejemplares se registren sanos
Evaluación de vigor de las plantas	$pV = \frac{\sum_{i=1}^{n} Vi}{\sum_{i=1}^{n} ai} \cdot 100$ Donde Σ= ni=1 Sumatoria de los datos de acuerdo con la variable V o a pv = Proporción estimada de árboles vigorosos Vi = Número de árboles vigorosos en el sitio de Muestreo i ai = Número de árboles vivos en el sitio de muestreo i	Se espera que el 90% o más de los ejemplares se registren sanos

Frecuencia: rescate previo a las actividades de desmonte. El monitoreo y mantenimiento seguirán durante tres años posteriores a la reubicación o hasta que se demuestre el establecimiento de la población.

Valor umbral: con la aplicación de las acciones específicas se pretende tener una sobrevivencia de al menos el 85% de la flora que sea susceptible de ser rescatada y reubicada.

Momento de análisis: semanalmente se entregarán al responsable ambiental los registros y bitácoras de rescate y reubicación de flora.

Medidas complementarias: una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VI.6.8.2 Acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

Este programa describe los métodos y técnicas para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna que habitan o se encuentran en las áreas donde se establecerán los componentes del **Proyecto**, a través de labores de protección. Para reforzar la correcta ejecución de las actividades propuestas, se recomienda incluir en las capacitaciones los temas relacionados con el cuidado y protección de la fauna.

Se consideran acciones de ahuyentamiento de fauna en el área del **Proyecto**, búsqueda y rescate de ejemplares de lento desplazamiento o que no pudieron alejarse del sitio por si solos y éstos serán reubicados en áreas con condiciones ambientales similares al área de captura, extremando precauciones para evitar causarles estrés innecesario y la liberación será el mismo día.

Objetivo de las actividades: Identificar y salvaguardar individuos de especies de fauna silvestre, presentes en el **AP**; consideradas o no bajo alguna categoría de riesgo y/o aquellas que en el ámbito local

o regional estén consideradas bajo condición restringida en cuanto a su distribución y abundancia, y/o por sus características de lento desplazamiento.

Indicador de realización: Como indicador de realización (mide la aplicación y ejecución efectiva de las acciones a implementar) se utilizará el porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna con respecto a la superficie del **Proyecto** autorizado, mientras que los indicadores de eficacia miden los resultados obtenidos por la aplicación de las acciones a aplicar, tratándose de fauna silvestre y en virtud de su movilidad, la mayoría son no cuantificables. No obstante, se determinaron de utilidad los siguientes:

Tabla VI.13. Indicadores de evaluación de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna (R%av)	$R_{\%av} = \frac{S_r}{S_t} x100$ Sr= Superficie efectiva donde se ha ejecutado el ahuyentamiento y rescate de fauna. St= Superficie total del **Proyecto**.	100% de la superficie que ocupará el **Proyecto**.
Número de especies rescatadas en proporción al número de especies objetivo	$E_{\%sp} = \frac{S_{pc}}{S_{pr}} x100$ E%sp = Porcentaje de éxito en el ahuyentamiento y rescate de fauna. Spc = Número de especies rescatadas y reubicadas. Spr = Número de especies objetivo reportadas en la MIA-R.	50%, por su movilidad es factible que al momento de la ejecución de las actividades específicas no sean encontradas in situ todas las especies que fueron registradas durante los muestreos.

Adicionalmente, y de forma cualitativa, podrá evaluarse la efectividad de las acciones específicas en virtud de que el número de individuos rescatados vaya disminuyendo conforme avanzan los días de trabajo, ya que se espera una recesión natural de la actividad faunística en el **AP**, derivada del ahuyentamiento y de las actividades de preparación del sitio y construcción.

Frecuencia: recorridos diarios de ahuyentamiento y rescate por los frentes de trabajo durante la preparación del sitio y construcción para asegurar la correcta implementación de las acciones específicas. Durante la etapa operativa, se continuará con las acciones en aquellos componentes donde haya personal.

Valor umbral: con la aplicación de las acciones específicas se pretende tener una sobrevivencia del 100% de la fauna desde el momento de su rescate y hasta el momento de su liberación.

La sobrevivencia de los ejemplares rescatados se registrará desde el momento de su captura y hasta el momento de su liberación, es importante no perder de vista que la fauna rescatada será liberada en un ambiente libre y abierto, es decir no se reubicará en un ambiente confinado, por lo que el seguimiento de sobrevivencia después de su liberación implicaría actividades adicionales que sobrepasan los alcances de las acciones específicas.

Se considera que si se seleccionan de forma adecuada los sitios de reubicación las oportunidades de supervivencia serán iguales a las oportunidades que se tenía antes de ser rescatados y reubicados ya que la fauna se enfrentará a las mismas bondades y presiones del ecosistema. Es importante no perder de vista que las condiciones presentes en el **AP** se observaron también presente en el **SAR**, por lo que se puede asegurar que el **AP** no es un área única o con características excepcionales imposibles de encontrar en otro sitio.

Momento de análisis: semanalmente se entregarán al responsable ambiental los registros y bitácoras de rescate y reubicación de fauna.

Medidas complementarias: una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VI.6.8.3 Acciones de manejo integral de residuos

Las acciones específicas para el manejo integral de residuos están orientado a evitar afectaciones al medio abiótico (en particular agua, suelo y paisaje) como el biótico, causado por deficientes prácticas en el manejo de residuos; y planteadas con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y la normatividad estatal que resulte aplicable. La ejecución de las acciones específicas no enfrenta ninguna limitante técnica que impida su desarrollo y para su correcta ejecución se complementará con las charlas de capacitación dirigidas a todos los trabajadores. Las acciones que se usarán están diseñadas para ser aplicadas durante todas las etapas del **Proyecto**.

Objetivo: Realizar un correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos generados en las diferentes etapas del **Proyecto** en completo apego a la normatividad ambiental aplicable y vigente.

Indicador de realización y eficacia: para medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas, se consideran los siguientes indicadores de realización:

Tabla VI.14. Indicadores de evaluación de las acciones específicas de manejo integral de residuos

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de capacitaciones realizadas por etapa (% PC)	$\% PC = \left(\frac{N° \text{ de pláticas realizadas}}{N° \text{ de pláticas propuestas}}\right) * 100$	Impartición de todas las pláticas propuestas
Porcentaje de participación en las pláticas de concientización (% Pa)	$\% Pa = \left(\frac{N° \text{ de personas que asistieron}}{N° \text{ de personas que laboraron}}\right) * 100$ N° de personas que asistieron. Se puede determinar mediante un registro de asistencia a la plática de concientización. N° de personas que laboraron. Se puede determinar mediante la fuerza laboral (personal por jornada laboral) y únicamente se contabilizará de acuerdo con el día en que se lleven a cabo las pláticas.	100% del personal involucrado en las actividades del **Proyecto**
Porcentaje de contenedores con etiquetado adecuado y en buenas condiciones (% C)	$\% C = \left(\frac{N° \text{ de contenedores con tapa y etiqueta}}{N° \text{ total de contendores colocados}}\right) * 100$	100% contenedores con tapa y etiqueta
Porcentaje de residuos entregados para su disposición final (% RE)	$\% RE = \left(\frac{Cantidad \text{ de residuos entregados}}{Cantidad \text{ de residuos generados}}\right) * 100$ RSU dispuestos en el relleno sanitario autorizado, RME entregados a empresas recicladoras y RP entregados a empresas certificadas ante la SEMARNAT para la disposición.	100% entrega de los residuos generados
Porcentaje de residuos reutilizados o reciclados (% REE)	$\% REE = \left(\frac{Cantidad \text{ de residuos reutilizados}}{Cantidad \text{ de R generados que pueden ser reutilizados}}\right) * 100$	Preferible el 90% del volumen generado susceptibles a reciclaje o reúso sea destinado a ello

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
	Este indicador también puede ser utilizado tanto para los RSU y RME.	
Segregación de residuos de acuerdo c**on** su tipo.	De acuerdo con la revisión e inspección de los contenedores en los frentes de trabajo cuando estos hayan cubierto su capacidad máxima, podrá ser diario, semanal o mensual, dependiendo del residuo.	100% residuos segregados de acuerdo con su tipo
Saturación de los contenedores generales	Revisión de los contenedores en los frentes de trabajo	No rebasar el 80% de capacidad ocupada.
Reportes de residuos dispersos en los frentes de trabajo y reportes de falta de contenedores, tapa o señalética	Número de reportes	

Frecuencia: recorridos diarios de supervisión por los frentes de trabajo para asegurar la correcta implementación de las acciones específicas para el manejo de residuos. Registros mensuales de la generación de residuos.

Valor umbral: con la aplicación de dichas acciones se pretende tener un control mínimo del 90% de los residuos generados por las obras que contempla el **Proyecto**. Que los residuos peligrosos sean recolectados y almacenados con eficiencia, para la posterior entrega a la empresa certificada por la Autoridad y que los residuos de manejo especial sean separados correctamente para su reciclaje o disposición final.

Momento de análisis:

- RSU: al término de cada semana durante la construcción del **Proyecto**.
- RME: quincenalmente durante la construcción del **Proyecto**.
- RP: trimestral durante la construcción del **Proyecto**.

Medidas complementarias: Una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

Promover y regular el manejo integral de los residuos estimados que se generarán durante la vida útil del **Proyecto**, particularizando en las diferentes etapas que comprende el mismo y sus residuos particulares acorde con los instrumentos jurídicos mexicanos en la materia.

Con la aplicación de las acciones específicas se pretende tener un control de los residuos generados por las obras que contempla el **Proyecto**. Que los residuos peligrosos sean recolectados y almacenados con eficiencia, para la posterior entrega a la empresa certificada por la Autoridad y que los residuos de manejo especial sean separados correctamente para su reciclaje o disposición final.

El manejo de residuos peligrosos será un proceso que se lleve a cabo en dos etapas, la primera será la correcta recolección de los mismos y la segunda etapa consistirá en la disposición final de éstos.

La separación de los residuos sólidos no peligrosos en orgánicos e inorgánicos trae consigo grandes beneficios al momento de su correcto manejo, dado que desde un inicio aumenta las posibilidades de una correcta selección de aquellos residuos que pueden ser reciclables.

VI.6.8.4 Acciones de educación ambiental

Durante la totalidad de las actividades del **Proyecto**, se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de las medidas tanto de control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo.

Las acciones específicas están enfocadas en realizar una inducción inicial a todo el personal que esté relacionado con las actividades del **Proyecto**, así como el programar capacitación periódica con los temas de las acciones a implementar y la impartición de charlas diarias para la concientización del personal con temas relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente.

Estas actividades se deberán evidenciar mediante la generación de registros para cada una de las actividades calendarizadas, dichos registros deben contar con información del personal que imparte la capacitación, el personal asignado debe contar con el conocimiento y la capacidad técnica para su impartición, adicionalmente estos registros contarán con datos como el nombre y firma de quien recibe la capacitación, la fecha de la realización, el tiempo de duración y el tema impartido.

Objetivo: se prevé la capacitación del personal de obra en cada una de las etapas del **Proyecto** a cerca de la importancia del cuidado del ambiente, la correcta aplicación de las acciones específicas, la importancia de las buenas prácticas durante la construcción, principalmente.

Indicador de realización y eficacia: para la comprobación, se prevé la verificación de los siguientes indicadores:

Tabla VI.15. Indicadores de evaluación de las acciones de educación ambiental

Indicador	Descripción	Comprobación
100% de personal capacitado	Mediante los registros se podrá determinar el número de personas que recibieron capacitación y compararse con la plantilla total de trabajadores	Listas de asistencia Plantilla de trabajadores

Además, se realizarán observaciones en los frentes de trabajo, para lo cual es importante la supervisión y verificación de la aplicación de los conocimientos impartidos.

Frecuencia: la establecida en la programación de las charlas, capacitación e inducción.

Valor umbral: 100% del cumplimiento de la programación.

Momento de análisis: con periodicidad mensual. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, y en caso de ser necesario durante la operación.

Medidas complementarias: Una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI.6.8.5 Acciones encaminadas a la conservación de suelos

Mediante estas acciones se busca implementar una serie de técnicas encaminadas a la conservación y protección de los suelos en el área de establecimiento del **Proyecto**, con la finalidad de evitar un incremento en la erosión, así como el manejo del recurso edáfico.

El área destinada para aplicar estas acciones corresponde a la superficie donde será establecido el **Proyecto**; sin embargo, de encontrarse áreas que requieran de la aplicación de las técnicas para evitar un mayor deterioro que pueda comprometer alguno de los componentes del **Proyecto**, se evaluará la aplicación de técnicas de manejo.

Las tareas que pueden afectar los suelos son, sobre todo, la remoción de la vegetación no forestal de todas las superficies necesarias para la ejecución de las obras. Se prevé la construcción de cortacorrientes que permitan conducir el agua de lluvia a los drenajes naturales y/o a un terreno no modificado.

Objetivo de las acciones específicas: determinar las acciones de conservación de suelos para evitar en la medida de lo posible el incremento de la erosión del suelo en el área el **Proyecto**.

Indicador de realización: Su objetivo es medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas. En esta dirección, se tendrán los siguientes indicadores:

Tabla VI.16. Indicadores de evaluación de las acciones de conservación de suelos

Indicadores	Comprobación	Valor mínimo aceptable
Porcentaje de cumplimiento de las acciones propuestas para el control de erosión de suelos (%CA):	$\%\text{CA} = \left(\frac{Acciones\ realizadas}{Acciones\ propuestas}\right) * 100$ ▪ Evidencia fotográfica de realización, bitácoras de registro de cumplimiento y recorridos de supervisión.	100% de la ejecución de las acciones
Revegetación natural de estrato herbáceo sobre las áreas que no sean selladas y sin que se interfiera con el funcionamiento de los paneles solares (RV):	$\boldsymbol{RV} = \frac{Superficie\ revegetada}{Superficie\ total}\ x\ 100$ ▪ Evidencia fotográfica de áreas con presencia de revegetación	Al paso del tiempo se deberá observar la revegetación natural del estrato herbáceo
Mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos	$\text{Mm}\ (\%) = \left(\frac{Msm}{Ntm}\right) * 100$ Donde: Mm (%) = porcentaje de mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos Msm = número de maquinaria, equipo y vehículos sometida a mantenimiento Ntm = número total de maquinaria, equipo y vehículos	El 100% de la maquinaria, equipo y vehículos deberán ser sometidos a mantenimiento

Frecuencia: la frecuencia con la que corroborará la buena aplicación de las medidas que se desarrollaran para la conservación de suelo y control de erosión, está en función de la actividad que se desarrolle.

Valor umbral: 100% del cumplimiento de la programación. Se deberá recabar la evidencia que demuestre que las actividades del **Proyecto** no incrementan la erosión del sitio y en el mejor de los casos las acciones propuestas favorecen la sedimentación del suelo.

Monitoreo de análisis: Con periodicidad mensual. La aplicación de las medidas iniciará en la etapa de preparación del sitio, continuarán durante la construcción y, para el seguimiento se prevén al menos por dos años de operación del **Proyecto**.

Medidas complementarias: una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VI.6.8.6 Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente

Como medida adicional para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero y prevenir posibles eventos de contaminación al suelo y agua por el desarrollo de las actividades del **Proyecto** se implementarán actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo, las cuales tienen por objeto lograr el correcto funcionamiento de los diversos equipos y vehículos que formarán parte del **Proyecto**. Estas actividades se han establecido como medidas de supervisión, gestión y control de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo.

A través de la implementación de las medidas de mantenimiento de maquinaria y equipos, se busca evitar o minimizar los impactos relacionados con la presencia de maquinaria y equipos en el **AP**; por lo que, se proponen procedimientos que garanticen el correcto funcionamiento de la maquinaria utilizada en el desarrollo del **Proyecto**, mismos que se pueden dividir en:

a) **Mantenimiento preventivo:** detectar fallas repetitivas, aumentar la vida útil de los equipos, disminuir costos de reparaciones. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceite y lubricantes, etc.

b) **Mantenimiento correctivo:** reparar diferentes partes de los equipos y vehículos en el momento en que dejan de funcionar o se detectan fallas.

c) **Mantenimiento vehicular:** conservar en óptimas condiciones de uso los vehículos y equipos; gestionar las necesidades para el mantenimiento preventivo correspondiente.

Objetivo: determinar las acciones de mantenimiento de maquinaria, equipo y parque vehicular para evitar en la medida de lo posible el incremento de la calidad del aire en el área el **Proyecto**.

Indicador de realización: Su objetivo es medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas.

Frecuencia: la frecuencia con la que corroborará la buena aplicación de las medidas que se desarrollaran para el mantenimiento de maquinaria y equipos, está en función de la programación establecida.

Valor umbral: 100% del cumplimiento de la programación. Se deberá recabar la evidencia que demuestre que la maquinaria, equipos y parque vehicular fue sometida a mantenimiento.

Monitoreo de análisis: Con periodicidad mensual. La aplicación de las medidas iniciará en la etapa de preparación del sitio, continuarán durante la construcción y, en caso de que se requiera maquinaria, equipos y vehículos durante la operación, se deberá continuar con estas acciones.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medidas complementarias: una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO VII

PRONÓSTICO AMBIENTALES REGIONALES, Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

PROYECTO:

“PV LOMA BONITA SOLAR”



SOLARIG DEVELOPMENT MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.

[redacted]pultepec
55 7155
[redacted]masf.mx

TABLA DE CONTENIDO

VII. PRONOSTICO AMBIENTAL REGIONALES, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 1
VII.1. Descripción y análisis de los escenarios 3
VII.2. Pronostico ambiental. 13
VII.3. Evaluación de alternativas 16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII.1. Descripción y análisis de los tres escenarios Sin proyecto, Con proyecto, Proyecto con medidas. 3
Tabla VII.1. Valor de significancia de los impactos identificados sin medidas. 13
Tabla VII.2. Significancia de los impactos sin medidas. 14

VII. PRONOSTICO AMBIENTAL REGIONALES, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En el presente capítulo se detallan los diferentes escenarios del área en donde se pretende llevar a cabo el Proyecto. En consecuencia, es necesario entender que un escenario se considera como la descripción provisoria y exploratoria de un futuro probable. Los escenarios describen eventos y tendencias y cómo éstas pueden evolucionar en tiempo y espacio (Firmenich, 2009). También se puede definir como un retrato significativo y detallado de un admisible, recomendable y coherente mundo futuro. En él se pueden ver y comprender claramente los problemas, amenazas y oportunidades que tales circunstancias pueden presentar.

El desarrollo de los escenarios permitirá prever las posibles afectaciones que se tendrían sobre los recursos naturales, con y sin la presencia del Proyecto, permitiendo comparar las condiciones ambientales actuales y posteriores a su ejecución.

Para ello, se compara la situación ambiental existente con la que se espera generar como consecuencia de la implementación del **Proyecto**, por lo que la línea base (condiciones iniciales del **SAR**, **AI** y el **AP** descritos en la información del capítulo IV de la **MIA-R** constituye una fuente de información primordial para determinar los impactos ambientales esperados por la ejecución del **Proyecto**.

De este modo, una vez caracterizada la línea base del **SAR** y el **AP**, se procede a identificar los impactos ambientales que generaría el **Proyecto** y el posterior establecimiento de medidas y acciones de prevención, mitigación y/o compensación, con el objetivo de describir los diversos escenarios en el área en donde se pretende realizar el mismo.

Por otro lado, la elaboración de pronósticos ambientales considera el carácter significativo de los impactos, ya que guardan una relación proporcional a las alteraciones en los diferentes componentes ambientales identificados.

El interpretar o describir las derivaciones y perspectivas de acciones a futuro es un proceso complejo. Sin embargo, existen metodologías para la formulación de escenarios, como los pronósticos cualitativos y cuantitativos, estudios prospectivos, simulaciones, modelos causales, entre otros, que nos proporcionan indicios de los resultados que podrían esperarse posterior a la implementación de una acción (en este caso, la ejecución del **Proyecto**).

El objetivo de cualquiera de estos métodos es pronosticar escenarios coherentes y acordes a las implicaciones que puede ocasionar la implementación del proyecto (Vergara, *et al.* 2010), siendo así, los escenarios se pueden clasificar de la siguiente manera:

Escenarios posibles. Son todos aquellos escenarios que se puedan imaginar sin importa si su probabilidad de ocurrencia es alta o baja.

Escenarios realizables. Son los escenarios cuya ocurrencia es factible, teniendo en cuenta las restricciones del sistema de estudio.

Escenarios deseables. Son los escenarios a los que los actores desean llegar, también pueden ser calificados como escenarios más convenientes. Forman parte de los escenarios posibles y no necesariamente son realizables.

De acuerdo con Ogayar (2001), el método de escenarios consta de dos fases que a continuación se mencionan:

1. **Elección de variables relevantes o elaboración de base.** En esta etapa se trata de realizar la identificación de las variables y la selección adecuada de los factores que pueden influir en el estudio prospectivo.
    - **Elección de horizonte temporal y espacial.** Se refiere a la elección del periodo considerado como futuro, así como el ámbito territorial en el que se desarrollará la acción.
    - **Elección de variables**. Se elegirán los fenómenos o factores que puedan tener una mayor incidencia en nuestro estudio.
    - **Asignación de probabilidades de ocurrencia**. Existen dos tipos de probabilidades, la de ocurrencia que consiste en señalar la posibilidad de que la variable considerada llegue a presentarse y la probabilidad de importancia que consiste en indicar el grado de relevancia que tiene la variable en cuestión.
    - **Estudio de inconsistencias y eliminación de algunas variables**. Por inconsistencia se entiende una relación entre variables que no puede existir. En el caso de encontrarse una inconsistencia se deberán de eliminar las variables que la crean.
2. **Elaboración de escenarios**. A partir de la elección de las variables relevantes, seleccionadas en el punto anterior, se procede a la creación de los escenarios. Posteriormente, se describen las implicaciones de cada uno de ellos y se realiza una serie de recomendaciones con base en cada uno de ellos.

Además de lo anterior, debe mencionarse que gran parte del método de los escenarios se ha completado a lo largo de la presente **MIA-R** a través de los capítulos II, IV, V y VI:

Conforme a lo anterior, en este apartado se describen las tendencias de los componentes ambientales con base en tres escenarios:

- Escenario **sin Proyecto** (situación actual o línea base).
- Escenario **con Proyecto sin medidas** de mitigación.
- Escenario **con Proyecto con medidas** de mitigación.

VII.1. Descripción y análisis de los escenarios

Tabla VII.1. Descripción y análisis de los tres escenarios Sin proyecto, Con proyecto sin medidas, Proyecto con medidas.

Factor ambiental	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
Clima	De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1981), en el área donde se ubica el SAR se identifican dos tipos de climas: el cálido húmedo y subhúmedo, mientras que el clima en la totalidad del AI y AP, corresponde a cálido subhúmedo. El clima cálido húmedo se caracteriza por una mínima variación térmica, con diferencias de temperatura que raramente exceden los 10°C entre los extremos. Las temperaturas tienden a mantenerse elevadas, con una media anual de alrededor de 22°C, y permanecen estables durante la mayor parte del año. La humedad relativa sigue un patrón similar al de la temperatura, con fluctuaciones leves a lo largo del día y el año, normalmente oscilando entre el 70% y el 99%, indicando una saturación de partículas de agua en el aire. Estos patrones dependen de varios factores, como la proximidad a cuerpos de agua y la precipitación pluvial, que suele superar los 1000 mm anuales. El clima cálido subhúmedo se caracteriza por una temperatura media anual superior a los 20 °C durante los meses de verano, con una temperatura promedio alrededor de 22 °C. En contraste, su temporada invernal es seca, con temperaturas que suelen superar los 18 °C. La humedad relativa en este clima varía entre el 60% y el 99% a lo largo del año, siendo el verano la temporada más húmeda y el invierno la más seca. Estos niveles sugieren una saturación del aire durante la mitad del año, influida por la proximidad a cuerpos de agua y una precipitación pluvial anual de más de 800 mm. De acuerdo con la información meteorológica el municipio de Loma Bonita tiene una precipitación normal mensual de 136 mm en el mes más lluvioso. Tendencia: El clima del planeta está cambiando, se estima que la temperatura promedio global ha aumentado en aproximadamente 1ºC, en lo relativo al periodo de 1850-1900, siendo esto más evidente en el hemisferio norte que en el hemisferio sur. En el caso de la precipitación, aunque tiene una gran complejidad espacial y alta variabilidad	Los tipos de clima o sus factores de temperatura, precipitación, vientos, presión atmosférica o fenómenos hidrometeorológico no se verán alterados por el desarrollo del Proyecto, dado que no existen impactos ambientales adversos que originen tazas de cambio o modificaciones a nivel de clima regional o microclima. Es fundamental destacar que el Proyecto ha sido meticulosamente diseñado teniendo en cuenta las variables climáticas pertinentes, con el fin de mitigar cualquier posible interferencia o riesgo que pudiera afectar su construcción. En el área donde se llevará acabo la obra del Proyecto y su área de análisis, se tiene registrado la presencia de fenómenos hidrometeorológicos como las inundaciones y las sequías. No obstante, el riesgo de inundación está regido principalmente por la deforestación sino por la topografía, por lo que el grado de afectación al servicio ambiental es nulo. Tendencia. Se mantendrán las proyecciones de vulnerabilidad y cambios en la precipitación y temperatura que fueron descritos en el escenario sin proyecto.	Se prevé la aplicación de medidas como el mantenimiento de maquinaria y equipo, la sustitución de maquinaria por emisiones contaminantes sostenibles. Se mantendrán las proyecciones de vulnerabilidad al cambio climático y cambios en la precipitación y temperatura que fueron descritos en el apartado de línea base. En este rubro no se prevén afectaciones por la implementación del Proyecto; además de que, por su construcción no se modificarán las proyecciones de vulnerabilidad descritas.

Factor ambiental	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
	temporal, se ha observado que desde 1970, la precipitación ha aumentado principalmente en latitudes superiores a los 30º de latitud. A finales del siglo XXI, a partir de varios Modelos Generales de Circulación Atmosférica, se proyecta que el aumento de la temperatura terrestre podría ser de entre 2.5 y 5°C, y que el incremento del nivel medio del mar podría ser de entre 45 y 82 centímetros. Adicionalmente, es probable que la precipitación continúe aumentando en las latitudes altas y que disminuya en las zonas subtropicales (IPCC 2013). No obstante, se mantendrán las tendencias de cambio climático global, mencionada en la carta temática de Zonas de Calentamiento Global, donde se indica que, en el SAR, AI y AP no se registran alteraciones a la temperatura y precipitación.		
Aire	Según el Inventario Municipal de Emisiones de Loma Bonita del año base 2016, se registró una emisión de 0.88 Mg/año de partículas PM10, equivalente a 0.57 Mg/año de partículas PM2.5. En cuanto al SO2, se documentaron 16.08 Mg/año. En lo que respecta a los óxidos de nitrógeno (NOX), la contribución a nivel municipal representó el 1.34% de las emisiones totales. Por su parte, las emisiones de monóxido de carbono (CO) fueron del 0.12%. Además, se observó una emisión de 0.0068 Mg/año de compuestos orgánicos volátiles (COV) y una emisión de NH3 del 0.01 Mg/año. Todos estos registros provienen de actividades relacionadas con la industria de alimentos y bebidas en el municipio. Tendencia. La presencia de fuentes contaminantes de origen antropogénico tiene una tendencia al incremento en caso de aumento del tránsito vehicular, asentamientos humanos o fuentes fijas como el crecimiento de las áreas de producción agrícola.	El **Proyecto** generará emisiones de gases contaminantes, polvo y ruido, por el uso de maquinaria y equipo durante las etapas de preparación de sitio y construcción, principalmente cuando se ejecuten las actividades de desmonte, apertura de derecho de vía, recomposición del derecho de vía y construcción del proyecto. Mientras que de ruido se estima que por el uso de la maquinaria pueda alcanzar hasta 100 dB. No obstante, una vez iniciada la etapa de operación del proyecto, este traerá benéficos ambientales para al factor aire, dado que la energía solar reduce las emisiones de carbono, lo que genera un aire más limpio y un menor impacto en el cambio climático. **Tendencia**. Los contaminantes generados durante la etapa de preparación y construcción del **Proyecto**, se acumularán de manera temporal a las existentes que se generan por la circulación del transporte en las carreteras y caminos presentes dentro del AP y AI. Aun y cuando dichas emisiones no son significativas, causarán un impacto temporal reversible por la capacidad de asimilación y dispersión de contaminantes que tiene la cuenca atmosférica. La presencia de fuentes contaminantes de origen antropogénico se mantendrá con una tendencia al incremento en caso de aumento del tránsito vehicular, asentamientos humanos o fuentes fijas como el crecimiento de las áreas de producción agrícola.	Las emisiones a la atmósfera se sumarán a las ya existentes dentro del SAR, aunque las del **Proyecto** serán puntuales y temporales, debido al adecuado mantenimiento de la maquinaria y equipo, que hará que las emisiones generadas durante las distintas etapas del **Proyecto** estén bajo estricto control. Esto se debe al cumplimiento de la normativa ambiental. Adicionalmente, el **Proyecto** se encuentra en un SAR que de manera fácil asimila y dispersa los contaminantes. En cuanto a la generación de polvos, la estrategia de abatimiento mediante las acciones establecidas reducirá el impacto hasta eliminarse. Asimismo, con respecto al ruido, se buscará en todo momento el cumplimiento de la norma ambiental, asegurándose que los niveles no excedan los límites permisibles. **Tendencia.** Mantener la calidad del aire existente en la medida de lo posible implementando las medidas de control, prevención y mitigación descritas en el Capítulo VI de esta MIA-R, además de reducir las emisiones de los gases efecto invernadero que se pudieran generar en otros procesos de generación de energía eléctrica,

Factor ambiental	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
			lo anterior derivado de que los parques solares se consideran una energía limpia y renovable.
Suelos	De acuerdo con la carta de Edafología del INEGI, el SAR presenta 6 tipos de suelo: acrisol, cambisol, luvisol, phaeozem regosol y vertisol, en el AI es posible identificar cambisol y vertisol, mientras que en AP únicamente abarca suelo de tipo cambisol. De igual forma, de acuerdo con el Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie, en el AP se identifica en áreas con erosión hídrica. Por otro lado, en el **AI** y **SAR** se puede encontrar además de erosión hídrica, existen zonas sin erosión y otras con presencia de asentamientos humanos. Se puede considerar que en el AP los procesos erosivos podrían presentarse durante las etapas de preparación del sitio y construcción y, una vez terminadas dichas etapas, se prevé la aplicación de medidas que minimizarán o evitarán los procesos erosivos. De acuerdo con los resultados de la estimación de la erosión hídrica se observa que actualmente en el **SAR** la tasa de erosión hídrica es de 0.42 ton/ha/año, mientras que en el **AI** es de 0.74 ton/ha/año, finalmente, en el área por afectar del **AP** la tasa de erosión obtenida es de 0.75 ton/ha/año. Dichas tasas de erosión se clasifican como bajas de acuerdo con Montes-León et al. (2011), al encontrarse esta última por debajo de 50 ton/ha/año. Al extrapolar las tasas de erosión hídrica obtenidas a la superficie total de cada una de las áreas de estudio se obtuvo que actualmente hay una pérdida de suelo de 7,545.53 ton/año en el **SAR**, en el **AI** es de 405.15 ton/año y en el área por afectar del **AP** es de 114.97 ton/año. Respecto a la erosión eólica, como se observa en la siguiente tabla, en el **SAR** la tasa es de 4.10 ton/ha/año, mientras que en el **AI** es de 6.37 ton/ha/año, finalmente, en área por afectar del **AP** es de 8.58 ton/ha/año. Dichas tasas de erosión se clasifican como “sin erosión”, al encontrarse por debajo de 12 ton/ha/año. Al extrapolar las tasas de erosión obtenidas a la superficie total del **SAR** se obtuvo que actualmente hay una pérdida de suelo por erosión eólica de 73,941.87 ton/año, en el **AI** es de 3,493.18 ton/año y en el área por afectar del **AP** es de 1,312.44 ton/año.	Las actividades del proyecto no cambiaran el tipo de suelo presente en el área, sin embargo, pueden existir algunos problemas de contaminación por el uso y manejo inadecuado de aceites y combustibles usados por la maquinaria o por un derrame en caso de averías; por otro lado, podría suceder o generarse el mismo impacto por el manejo inadecuado de residuos sólidos y de manejo especial en las diferentes etapas del Proyecto. Asimismo, habrá una modificación del suelo por el incremento en la tasa de erosión debido a la remoción de la vegetación por las actividades de limpieza y despalme durante las etapas de preparación de sitio y construcción. Con respecto a las condiciones erosivas del suelo, estas se verán incrementadas con la pérdida de vegetación, una vez implementado el **Proyecto**, la erosión hídrica se incrementa, pasando de 0.75 ton/ha/año a 2.32 ton/ha/año, lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie pasa de 114.97 ton/año a 355.51 ton/año, con un incremento de 240.54 ton/año, manteniéndose en una clasificación baja; este incremento a nivel del **SAR** representa el 3.09% y en el **AI** es del 37.25%, mientras que para el **AP** representa 3.1 veces. Mientras que, la tasa de erosión eólica en el **AP,** la Tasa de erosión eólica pasa de 8.57 a 8.65 ton/ha/año, y por ende, el volumen de perdida de suelo se incrementa 1.01 veces, es decir, pasa de 1,312.44 ton/año a 1,323.15 toneladas anuales, con un incremento de 10.71 ton/año, este incremento a nivel del **SAR** representa el 0.02% y en el **AI** es del 0.35%, mientras que para el **AP** esto representa un incremento de 1.01 veces, sin embargo, la clasificación de la erosión sigue siendo baja. **Tendencia**: Cabe mencionar que los procesos erosivos principalmente hídricos, seguirán dentro del **SAR**, y la tendencia de dichas tasas de erosión es el incremento, dado que se trata de áreas agrícolas, donde	La afectación de los suelos, se verá reducida con las ejecuciones de Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente y Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. Así mismo, se prevé la ejecución del Actividades de Manejo Integral de Residuos y un Acción de atención a derrames de sustancias y combustibles, en caso de emergencia. En relación con las condiciones erosivas del suelo, estas persistirán debido a la falta de vegetación. En relación con las condiciones erosivas del suelo, estas persistirán debido a la falta de vegetación. No obstante, mediante la implementación de acciones específicas, la erosión hídrica se mantendrá en niveles similares a los actuales, con una tendencia a disminuir la tasa de erosión actual. Es importante destacar que, mediante la ejecución de acciones de revegetación, es posible alcanzar condiciones que se asemejen o mejoren las actuales.

Factor ambiental	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
	Tendencia. Las tasas de erosión se mantendrán en aquellos sitios que permanezcan en las mismas condiciones de cobertura vegetal, mientras que podrá incrementarse derivado de cambios de uso de suelo para desarrollo de actividades agrícolas o ganaderas, así como por la expansión de asentamientos humanos.	actualmente existe presión sobre el suelo, ya que las tierras de cultivo son más vulnerables a lluvias y vientos. Además, las prácticas agrícolas pueden provocar la erosión del suelo debido a la reducción de la biodiversidad, tanto en la variedad de la vegetación como en los microorganismos del suelo. A su vez, la fertilización o el riego excesivos, la labranza convencional, el monocultivo, el sobrepastoreo, son actividades que favorecen la erosión del suelo. Los datos obtenidos demuestran que la conformación del proyecto, beneficiaría la disminución de la perdida de suelo en el **AP** y **AI**, pues de cierta manera se protegería el suelo y se detendría el acarreo de sedimentos por efectos del aire. Los factores de geología, fisiografía o relieve no se verán afectados por la implementación del Proyecto, excepto por la nivelación del terreno para desplantar las instalaciones, sin embargo, la modificación será mínima dado que el predio se ubica en un terreno prácticamente plano, en un rango altitudinal entre 0 a 200 msnm.	
Hidrología	En cuanto a la Región Hidrológica que incide en el **SAR**, AI y **AP** corresponde al No 28 Río Papaloapan. Además de incidir con la Cuenca del Río Papaloapan y subcuenca Río Obispo. En cuanto a la hidrología subterránea a mayor parte del **SAR** y la totalidad del **AI** y **AP**, se encuentran incidiendo sobre el acuífero Tuxtepec. La hidrología superficial del **SAR** dirige su cauce hacia las afueras; en direcciones diferentes, llegando a desembocar en el Río Obispo, afluente del Río Papaloapan y otros escurrimientos dirigen sus cause a Lagunas cercanas. De acuerdo con las estimaciones de balance hídrico en el **SAR**, **AI** y **AP**, de acuerdo con los totales obtenidos, se tiene que actualmente en el **SAR** del volumen total de agua que se precipita el 82% se pierde en evapotranspiración, el 5% se escurre y el 13% se infiltra, porcentaje que equivale a 3,631,420.36 m³/año; mientras que, en el **AI** del 100% de la precipitación, el 82% se evapora, el 6% se escurre y el 13% se infiltra, este último equivale a 107,100.53 m³/año; finalmente, en el **AP** en condiciones actuales, del total precipitado, 81.54% se evapora, 3.68% se escurre y 14.78% se infiltra, infiltración que equivale a 34,380.23 m³/año.	La instalación de la infraestructura no interrumpirá las escorrentías superficiales presentes en el **AI** o **AP**, toda vez que estas son de tipo intermitente y la infraestructura queda elevada del nivel del suelo por lo que en caso de evento de lluvia torrencial que provoque el escurrimiento, el agua tendrá movilidad y seguirá su cauce natural. El **Proyecto** podría afectar o interactuar con la hidrología tanto subterránea como superficial en el caso de un accidente por derrame de hidrocarburos o aceites usados por la maquinaria y equipo o de los diferentes tipos de residuos que se generen durante la ejecución del **Proyecto**. Asimismo, puede haber afectación a la tasa de infiltración por la pérdida de vegetación por el desmonte, durante las actividades de preparación del sitio y construcción. Una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el **AP**, la evaporación será del 81.54% (189,648.42 m³/año), el escurrimiento será del 8.83% (20,536.93 m³/año) y la infiltración será del 9.63% (22,395.93	Las interacciones del **Proyecto** con el componente hidrológico se relacionan con la calidad del agua superficial por derrames accidentales de hidrocarburos, diésel o aceites usados por la maquinaria, equipo o vehículos que se encuentren durante alguna de las etapas del **Proyecto**; así como por una gestión inadecuada de residuos que se generen. En este sentido, se prevé someter a mantenimiento la maquinaria, equipos y vehículos que sean utilizados durante la implementación del **Proyecto**, el reemplazo de maquinaria, vehículos o equipo que se encuentre en mal estado y con emisiones contaminantes ostensibles, una correcta gestión de residuos donde se contempla también el plan de atención a derrames de sustancias y combustibles. Con la aplicación de estas acciones se prevé que las afectaciones identificadas para el

Factor ambiental	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
	Tendencia: El volumen de infiltración se mantendrá en aquellos sitios que permanezcan en las mismas condiciones de cobertura vegetal, mientras que podrá verse disminuida, derivado de cambios de uso de suelo para el desarrollo de infraestructura, expansión de asentamientos humanos, áreas agrícolas.	m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 11,984.30 m³/año, lo que representa el 34.86% del total que se infiltra en condiciones actuales en el **AP**; mientras que en el **AI** esta disminución representa el 12.60% y en el **SAR** únicamente el 0.33% **Tendencia**. El **Proyecto** no afectará cauces de escurrimientos superficiales, sin embargo, de forma temporal podrá afectar la calidad del agua superficial o subterránea por contaminación con residuos o sustancias usadas principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción. De igual forma, el volumen de infiltración se mantendrá en aquellos sitios que permanezcan en las mismas condiciones de cobertura vegetal, mientras que podrá verse disminuido derivado de cambios de uso de suelo para el desarrollo de infraestructura, expansión de asentamientos humanos o áreas agrícolas.	componente hidrológico sean evitadas y/o minimizadas. Otra de las afectaciones identificadas es la probable infiltración en las áreas donde sea implementado el **Proyecto** y sus componentes, esto derivado de la ausencia de vegetación, ya que, al quedar el suelo desnudo, se incrementan los escurrimientos y se disminuye la infiltración del agua al subsuelo. Una vez finalizada la fase constructiva, se llevará a cabo acciones de revegetación en las áreas viables, con el objetivo de restaurar, en la medida de lo posible, la capacidad de infiltración perdida en las zonas ocupadas por el **Proyecto**. Es importante destacar que la mayoría de las áreas permanentemente ocupadas no serán selladas con materiales que impidan la infiltración, lo que significa que la interacción negativa entre el **Proyecto** y la hidrología será temporal y específica. El proyecto considera dentro de sus medidas la construcción de drenaje menor conformada por vados de concreto en puntos donde la trayectoria de las áreas de circulación internas del derecho de vía de la línea de transmisión intercepte con escurrimientos superficiales con el fin de mantener el flujo natural de los mismos.
Uso de suelo y vegetación	Como resultado del trabajo de campo, se obtuvieron seis usos de suelo y vegetación dentro del **SAR**, cuatro tipos de coberturas para el **AI** y dos usos de suelo el **AP**. Del total de usos de suelo y vegetación identificados en el **SAR**, solo dos corresponden a vegetación de tipo forestal, siendo estos: vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia (VSa/SAP) y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia (VSa/SMP), y únicamente VSa/SAP en el AI y ninguno tipo de vegetación en el **AP**. Ahora bien, el uso de suelo predominante es pastizal cultivado, el cual se registra en las tres áreas de interés del proyecto (**SAR, AI** y **AP**), teniendo que para el **SAR** ocupa una superficie del 67.38%, en el AI el 54.41% y en el AP el	De acuerdo con la reclasificación de uso de suelo y vegetación realizada con la información obtenida de los muestreos realizados en campo, se obtuvo que en el AP la superficie presenta 89.42 ha de pastizal cultivado y 63.59 ha de agricultura de temporal semipermanente. Ahora bien, se desplantará en una superficie de 153.014 ha, donde no existirá modificación a vegetación forestal. Adicionalmente, con la remoción de la vegetación forestal se verán afectados servicios ambientales tales como la captura de carbono y la generación de oxígeno, una vez removida la vegetación en el **AP**, se dejará de captar la totalidad del CO_2 captado actualmente en esta	Cabe mencionar que no se afectará vegetación forestal. No obstante, al terminar la etapa de construcción del proyecto, se ejecutarán acciones de mitigación y compensatorias, detalladas en las Acciones de Rescate y acciones de revegetación anexo a la presente **MIA-R**, por lo que la generación de oxígeno y captura de carbono continuarán con las condiciones actuales. Si bien, no existirá un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, tampoco se prevé el sellamiento del suelo en la mayor parte de la superficie considerada para la implementación del **Proyecto.** Además de

Factor ambiental	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
	58.52%, mientras que la agricultura de temporal semipermanente es el otro uso dominante, pues esta se encuentra ocupando el 16.54% del SAR, el 41.12% del AI y el 41.48% en el AP. Conforme a los servicios ambientales de almacenamiento de carbono y generación de oxígeno prestados por la vegetación forestal y no forestal presente en el **SAR**, **AI** y **AP**, se obtuvo que, la cantidad de carbono captado por la vegetación presente actualmente en la superficie total del **SAR** corresponde a 2,025,301.96 ton/año, en el **AI** es de 51,114.36 ton/año, mientras que en el **AP** corresponde a 13,200.99 ton/año; la cantidad de oxígeno generado por la vegetación presente actualmente en la superficie total del **SAR** corresponde a 5,400,805.22 ton/año, en el **AI** es de 136,304.95 ton/año, mientras que en el **AP** corresponde a 35,645.40 ton/año. **Tendencia**. El uso de suelo y vegetación podrá sufrir presiones antrópicas, debido al crecimiento de la mancha urbana y el desarrollo de infraestructura en la zona sobre los usos de suelo; así como por el establecimiento o expansión de las zonas agrícolas de la región, disminuyendo las superficies de cobertura vegetal en el **SAR, AI** y **AP**.	zona, es decir las 13,367 ton/año; lo cual a nivel del **SAR** representa el 0.66% y en el **AI** corresponde al 26.2%; con esta disminución la cifra de CO_2 captado en la totalidad del **SAR** pasará a 2,011,934.94 ton/año, en el **AI** será de 37,747.33 ton/año y en el **AP** será 0. Respecto a la generación de oxígeno, una vez removida la vegetación en el **AP**, se perderá la totalidad del oxígeno que actualmente se genera en esta zona, es decir las 35,645.40 ton/año; lo cual a nivel del **SAR** representa el 0.66% y en el **AI** corresponde 26.2%; con esta disminución la cifra de oxígeno generado en la totalidad del **SAR** pasará a 5,365,159.83 ton/año, y en el **AI** será de 100,659.56 ton/año, mientras que para el **AP** será 0. **Tendencia**. El desarrollo del **Proyecto** no implicará la remoción de vegetación forestal, por lo tanto, no afectará la reducción de los servicios ambientales como la captura de carbono y la generación de oxígeno a nivel regional.	que se realizará el rescate y reubicación de aquellas especies de importancia, que se encuentran en alguna categoría de protección a nivel nacional o cuentan con restricciones en su distribución, aunado a que se promoverá la regeneración natural de las áreas donde sea factible, con lo cual se espera minimizar, disminuir o compensar las afectaciones identificadas.
Flora	A partir del trabajo de campo y el análisis de datos en 16 sitios de vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia, distribuidos en 8 puntos de muestreo en el **SAR**, 8 en el **AI** y 6 puntos de verificación en el **AP**, se obtuvo que la composición florística de la vegetación presente en las tres áreas que conforman, en el AP se obtuvo que la composición florística de la vegetación presente en las tres áreas que conforman, en el AP está compuesta por 19 especies. **Es importante mencionar que ninguna de las especies registradas en campo se encuentra bajo estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** En cuanto al Índice de Shannon, Margalef (1972) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta a valores menores de 2 como diversidad baja, de 2 a 3.5 media y superiores a 3.5 como diversidad alta. De acuerdo con ese criterio, los resultados del presente estudio sugieren una diversidad media para la VSa/SAP en el SAR en los estratos arbóreo y arbustivo, y diversidad baja para el estrato herbáceo, mientras que, en el AI, la	Con el desarrollo de la etapa de preparación del sitio y construcción no se afectará la abundancia y diversidad de flora presente en el **AP** debido a que no existirá remoción de vegetación forestal. Sin embargo, las especies encontradas en la agricultura de temporal y en el pastizal cultivado en el área del proyecto son *Muntingia calabura* para el estrato arbóreo, mientras que en el estrato arbustivo la especie se identificó entre otros a la *Ananas comosus* y para el estrado herbáceo especies como el *Cenchrus purpureus.* **Tendencia**. El **Proyecto** no se sumará a las actividades que provocan la pérdida de biodiversidad de flora en la región, dado que afectará de manera directa únicamente a superficies con nula vegetación forestal.	Parte del desplante del **Proyecto** será sobre terrenos donde se practica agricultura, por lo que con la ejecución del **Proyecto** se dejarán de aplicar plaguicidas y herbicidas. Por tanto, el impacto ambiental positivo vendrá dado por la reducción drástica en el uso de estos productos perjudiciales para la entomofauna y que eliminan por completo las hierbas adventicias (que sirven de alimento y refugio a estos). Esto generará importantes beneficios no sólo para estas poblaciones sino en aquellas que se alimentan de estos (aves y micromamíferos principalmente). Adicional a lo antes mencionado, se han propuesto medidas compensatorias que incluyen la restauración de los ecosistemas degradados, a través de las acciones de Rescate y Reubicación de especies de Flora y se permitirá la revegetación natural del

Factor ambiental	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
	diversidad en todos los estratos se considera baja, pues se tienen valores por debajo de 2. **Tendencia**. Las modificaciones por infraestructura nueva principalmente, trae consigo la pérdida de diversidad de flora de especies nativas, endémicas y protegidas. De igual forma, de continuar con las condiciones actuales. Sin embargo, como se ha mencionado, no existirá pérdida de la cobertura vegetal en el **SAR, AI** y **AP** debido a la ausencia de vegetación forestal.		estrato herbáceo sobre el derecho de vía y las áreas que no sean selladas. Considerando que no existirá remoción de vegetación forestal se implementarán acciones de revegetación anexo a la presente MIA-R, esto con la finalidad de mantener las condiciones actuales del sitio una vez implantado el proyecto. Aunado a lo anterior, se impartirán acciones de capacitaciones con la finalidad de concientizar al personal de obra en temas relacionados con el cuidado y protección de la flora silvestre de la región.
Fauna	El trabajo de campo arrojó como resultado un total de 47 especies de fauna, distribuidas en 3 grupos faunísticos, teniendo que el grupo de las aves presento el mayor número de especies con 42, seguido del grupo de los mamíferos con 4 especies y finalmente, el grupo de los réptiles con 3 especies. Del total de especies registradas, dentro del **SAR** se registraron 35 especies, el **AI** 27 especies y en el **AP** 24 especies. De las 42 especies de fauna reportadas para las tres áreas del proyecto, **SAR, AI** y **AP**, únicamente 5 se encuentran bajo alguna categoría de protección, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT 2010 y la Modificación al Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019 de esta misma norma. De las especies bajo protección, para el grupo de las Aves, se tiene a *Geranospiza caerulescens* (Gavilán zancón) y *Amazona autumnalis* (Loro cachetes amarillos) ambas se catalogan como Amenazadas. Asi mismo, en este grupo se registró la especie *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo collarejo) la cual se encuentra bajo protección especial. De igual forma, el grupo de los Reptiles registró dos especies en protección, estas corresponden a *Ctenosaura acanthura* (Iguana de cola espinosa) e *Iguana iguana* (iguana verde) ambas bajo Protección especial. Las 5 especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encontraron dentro del **AP**, no obstante, es importante mencionar que, en el caso de las especies de Aves, estas se observaron de manera indirecta en los transectos, mientras que los individuos de los reptiles se	Con el desarrollo del **Proyecto** no afectará de manera significativa a la fauna, ya que la mayoría de estas especies actualmente están sometidas a las transformaciones antropogénicas ya existentes. Las especies contempladas en alguna categoría de la NOM-059- SEMARNAT-2010, la presencia de estas fue más frecuente a nivel de **SAR**, que las reportadas en la zona donde se pretende desplantar el **Proyecto**, esto como consecuencia de un incremento en la correspondiente riqueza especifica. Bajo este contexto, se propone la implementación de estrictas acciones de carácter preventivo y de rescate de tal forma que se permita garantizar en todo momento la integridad de la fauna, tanto de la zona sujeta a afectación por el desplante del proyecto, como la hallada en el **AI** y **SAR**. En este sentido, dichas acciones serán aplicadas independientemente de que las especies se encuentren o no consideradas en la norma antes mencionada. De las 42 especies de fauna reportadas para las tres áreas del proyecto, **SAR, AI** y **AP**, únicamente 5 se encuentran bajo alguna categoría de protección, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT 2010 y la Modificación al Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019 de esta misma norma. Con el desarrollo del **Proyecto** no afectará de manera significativa a la fauna, ya que la mayoría de estas especies actualmente están sometidas a las transformaciones antropogénicas ya existentes. De las especies bajo protección, para el grupo de las Aves, se tiene a *Geranospiza caerulescens* (Gavilán	En el AP, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se llevarán a cabo acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de ejemplares; aquellos ejemplares de especies de alta movilidad como las aves y mamíferos medianos y grandes, se espera sean ahuyentados por estímulos auditivos y por la presencia humana y de maquinaria y equipos; mientras que, aquellos organismos de baja movilidad podrán ser rescatados y reubicados en áreas fuera del **AP**. Este desplazamiento será de forma temporal, mientras dure la etapa de preparación del sitio y construcción y, al finalizar estas etapas, se restablecerán las comunidades en los ecosistemas restaurados en el **AP**. Aunado a lo anterior, se impartirán capacitaciones con la finalidad de concientizar al personal de obra en temas relacionados con el cuidado y protección de la fauna silvestre. El desplazamiento de las poblaciones de especies será temporal, considerando que, una vez terminada la etapa constructiva, se retirará el personal, la maquinaria, equipos y parque vehicular, situación que permitirá que la fauna pueda restablecerse en esas áreas. Asimismo, se debe considerar que el **Proyecto** no se prevé el confinamiento de las

Factor ambiental	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
	registraron de manera directa, dentro de los transectos establecidos. En cuanto al grupo de las aves, se infiere que estas presentan un rápido desplazamiento, por lo que se verían menos afectadas por el desarrollo del **Proyecto**, dado que serán ahuyentadas por la presencia humana y el uso de maquinaría al iniciar las actividades de preparación del sitio y la construcción. Mientras que, las especies más sensibles serían reptiles, debido a su reducida capacidad de movilidad y desplazamiento, sin embargo, se ha previsto aplicar actividades cuidadosas de rescate y reubicación mediante la ejecución de técnicas especiales para la captura, rescate y reubicación de estos organismos, o bien, de alguna otra especie que en su momento este presente en el sitio al momento de iniciar con las actividades. Al hacer el análisis de diversidad de manera general, se obtuvo que, se presenta una **diversidad Media**, ya que, para las tres zonas y las tres clases, los valores son cercanos a 3. No obstante, en el análisis de diversidad por área del proyecto y por clase, el área y grupo faunístico con una diversidad media son las aves en el **SAR** pues el índice de Shannon es superior a 3, no obstante, y de manera complementaria, el índice de Pielou sugiere que la diversidad más equitativa se presenta en el **SAR** para el grupo de los mamíferos pues se tiene un índice igual 1. Quedando así el **AP** con una diversidad y una equitatividad **baja**, lo cual se atribuye al desarrollo de las actividades antropogénicas y de carácter agrícola que se desarrollan en la zona y al constante tránsito de vehículos que ayuntan a la fauna, de igual forma, las condiciones actuales del sitio no permiten el establecimiento de un adecuado hábitat para la fauna. **Tendencia.** Es importante señalar que la instalación de la Planta fotovoltaica no afectará de manera significativa a la fauna, ya que la mayoría de estas especies actualmente están sometidas a las transformaciones antropogénicas ya existentes (zona urbana, agricultura, pastoreo y deforestación) Adicionalmente, la transformación principal del hábitat será puntual (solo el predio donde se desplantará el proyecto).	zancón) y *Amazona autumnalis* (Loro cachetes amarillos) ambas se catalogan como Amenazadas. Asi mismo, en este grupo se registró la especie *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo collarejo) la cual se encuentra bajo protección especial. De igual forma, el grupo de los Reptiles registró dos especies en protección, estas corresponden a *Ctenosaura acanthura* (Iguana de cola espinosa) e *Iguana iguana* (iguana verde) ambas bajo Protección especial. **Tendencia**. Lo anterior ocasionará que las poblaciones de fauna tendrán una tendencia a desplazarse y adaptarse a los cambios al ambiente, no solo por el desarrollo del **Proyecto** sino también por el desarrollo industrial, urbano o el aumento de la actividad agrícola, siendo las aves las menos afectadas. No obstante, cabe señalar que una vez concluido el **Proyecto** y dado que este no implica el confinamiento del área en la mayor superficie del **AP**, la fauna podrá volver a usarla como zonas de paso o descanso, por lo cual una vez concluida la preparación y construcción el **Proyecto** no limitará el movimiento de la fauna silvestre.	áreas en el **AP** ni en el **AI**, por lo que las poblaciones faunísticas podrán volver a hacer uso de las áreas como zonas de paso, descanso, alimentación y reproducción. La experiencia en el seguimiento ambiental de plantas solares fotovoltaicas nos ha permitido comprobar que la cantidad de pequeños refugios o nidos en soportes de la instalación aumenta de manera exponencial para las especies ubiquistas. Esto, junto a las condiciones de tranquilidad reinantes en la zona de implantación anteriormente descritas, permiten la existencia de especies como lagomorfos, paseriformes, etc. que podrán servir de alimento a otras (rapaces, mesomamíferos, etc.)
Paisaje	El **SAR**, **AI** y **AP** se encuentra, en términos generales, degradado y con una **calidad y fragilidad paisajística**	El impacto sobre la calidad del paisaje es susceptible de presentarse a causa del despalme y deshierbe, la	Como parte de la implementación del **Proyecto** se reitera que no se llevará a cabo

Factor ambiental	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
	Baja, debido a las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona y al cambio de uso de suelo que se ha provocado por los desmontes de la vegetación original para establecer campos de cultivo. La valoración del **SAR**, **AI** y **AP**, para la calidad visual resultó ser de 7 puntos, por lo que se cataloga en la clase C, correspondiente a áreas de **calidad Baja**, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. el área corresponde a una zona con **fragilidad paisajística bajo**, por lo que no se tiene la capacidad para absorber los cambios por la introducción de elementos artificiales, cuyos elementos se encuentran condicionados a las evidencias de alteración y condiciones ambientales en el **SAR**, **AI** y **AP.** **Tendencia**. Las pérdidas de cobertura vegetal continuarán originando modificaciones en el paisaje, debido a que de este factor dependen ciertas características de calidad, tales como color, fondo escénico, rareza, actuación humana, tasas de erosión y diversidad, principalmente. Al mismo tiempo, se mantendrán las actividades económicas en la región, como la agricultura y la ganadería, por lo que las presiones antropogénicas sobre este factor continuarán aun sin la ejecución del proyecto.	generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos. Para la fragilidad y la CAV, se tiene que los criterios de “Pendiente” y “Estabilidad del suelo y Erosionabilidad” se mantienen con valoraciones de 2, mientras que los factores de “Diversidad de Vegetación”, “Contraste suelo/vegetación”, “Potencial de regeneración de vegetación (R)” y “Contraste suelo/roca” se mantienen para las 3 áreas con un valor de 1. La suma de los factores del paisaje considerados para la evaluación del CAV es 8. En este sentido, se tiene que la calidad paisajística del **AP**, la cual será perceptible también en el **AI**, estará una **calidad baja**, sin embargo, los impactos se agravarían en valor de importancia; mientras que para la **fragilidad del paisaje es de Baja**; esto en virtud de las actividades que se desarrollarán. **Tendencia**. Se considera que el paisaje podrá verse modificado principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción de manera temporal, ya que es cuando se altera la configuración espacial de la calidad escénica por actividades de despalme y deshierbe y la presencia de maquinaria y equipo para la inserción de infraestructura nueva. Posteriormente, una vez concluidas las actividades de preparación del sitio y construcción, la modificación es asimilable dado que en la superficie solo serán visibles las instalaciones superficiales y los señalamientos de seguridad, asimismo el resto de la superficie no será sellada, por lo tanto, será posible la regeneración de herbáceas aún y cuando se le de mantenimiento al derecho de vía estas formas de vida podrán permanecer en la superficie.	la remoción de vegetación forestal. Sin embargo, existirá un cambio visual el cual disminuirá la calidad del paisaje, elemento que es valorado desde diversas perspectivas y está en función de la percepción del observador. Por lo anterior, se implementará una gestión adecuada de los residuos que sean generados, con lo cual se espera no ocasionar mayor detrimento de la calidad paisajística por un manejo inadecuado de éstos. Esto será reforzado mediante capacitaciones semestrales y charlas diarias sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos. Debido a las estructuras que conformaran el parque fotovoltaico, se considera que el paisaje podrá verse modificado principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción de manera temporal, ya que es cuando se altera la configuración espacial de la calidad escénica por las acciones de despalme y deshierbe y la presencia de maquinaria y equipo para la inserción de infraestructura nueva. Posteriormente, una vez concluidas las actividades de preparación del sitio y construcción, la modificación es asimilable dado que en la superficie solo serán visibles las instalaciones superficiales y los señalamientos de seguridad, así mismo el resto de la superficie no será sellada, por lo tanto, será posible la regeneración de herbáceas aún y cuando se le de mantenimiento al derecho de vía estas formas de vida podrán permanecer en la superficie.
Medio socioeconómico	La población total del municipio de Loma Bonita en 2020 fue 41,470 habitantes, siendo 50.9% mujeres y 49.1% hombres. En el cuarto trimestre de 2023, la tasa de participación laboral en Oaxaca fue 60.6%, lo que implicó una	La implementación del **Proyecto** no influirá en cambios en la dinámica demográfica de la población presente en el **SAR**, sin embargo, traerá beneficios por la generación de empleos temporales directos e indirectos,	La implementación del **Proyecto** no influirá en cambios en la dinámica demográfica de la población presente en el **SAR** o en los municipios sobre los cuales incide el **Proyecto.** Adicionalmente, el desarrollo del

Factor ambiental	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
	disminución de 1.1 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (59.5%). La tasa de desocupación fue de 1.5% (29,624 personas), lo que implicó un aumento de 0.1 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (1.4%). Para el caso del municipio de Loma Bonita, de acuerdo con el Atlas Digital Geográfico del Medio Ambiente, 2019 de la SEMARNAT, se reporta que el grado de marginación es **Medio**, por lo que se infiere que en términos generales la población presenta carencias en cuanto a educación, vivienda, ingresos y distribución por tipo de localidad. Para la zona donde se ubica el proyecto, se indica que el índice de desarrollo humano es **Medio**, por lo que se puede inferir, que en términos generales la población del municipio de Loma Bonita, tiene acceso limitado a servicios de salud, educación y percibe ingresos. **Tendencia**. las condiciones actuales para la población continuarán siendo las mismas, el índice de marginación y desarrollo humano podrían verse incrementados conforme se desarrolle el municipio de Loma Bonita. Así mismo, el desarrollo de nuevos proyectos en la región traerá consigo el incremento en las fuentes de empleo directos e indirectos, lo cual repercutirá en un mayor poder adquisitivo para las familias con mejoras en las oportunidades de acceso a bienes y servicios.	principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción. **Tendencia**. El **Proyecto** no generará cambios sustanciales en la población presente en el **SAR**, sólo impactará de forma temporal en un mayor poder adquisitivo de las familias cuyos miembros lleguen a laborar en el **Proyecto**.	**Proyecto** traerá consigo beneficios sociales como: Creación de empleo: Con datos de mayo de 2019, 11 millones de personas trabajaban en 2018 en energías renovables en el mundo. Son un 7% más que los 10,3 millones de empleos registrados en 2017. Nunca antes las energías limpias habían dado tanto trabajo. El sector ofrece muchos tipos de empleos diferentes: en la fabricación, instalación, ingeniería, ventas, marketing especializados en energía solar fotovoltaica. Rentas para el mundo rural: Las energías renovables proporcionan una fuente adicional de ingresos para los propietarios de tierras y los municipios rurales. Finalmente, otro beneficio social de la energía solar es su capacidad de llegar hasta lugares recónditos, donde el acceso a la electricidad convencional es un lujo o no existe la posibilidad de acceder a este bien. Por tanto, la introducción de un sistema solar inagotable, mejora el bienestar y el nivel de vida de diferentes regiones.

VII.2. Pronostico ambiental.

A partir del análisis de los tres escenarios anteriores, se concluye que el primer escenario presenta un balance más equilibrado entre la degradación del medio físico y el desarrollo socioeconómico.

Para el segundo escenario, el **Proyecto** generará impactos ambientales adversos en los componentes aire, suelo, agua, flora, fauna y paisaje, cuya metodología de la identificación y jerarquización de los impactos ambientales sin medidas de mitigación arrojó los siguientes resultados.

Tabla VII.2. Valor de significancia de los impactos identificados sin medidas**.**

Medio	Componente	Clave	Impacto	Significancia de impactos sin medidas
Abiótico	Suelo	SUE1	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad), por el despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie por el desplante de la infraestructura del Proyecto.	**MS**
		SUE2	Incremento de la Erosión, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del sitio.	**S**
	Aire	AIR1	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la generación de polvos.	**MS**
		AIR2	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del Proyecto.	**MS**
	Hidrología superficial	HSUP1	Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del Proyecto.	**S**
		HSUP2	Posible modificación de las escorrentías intermitentes en el trazo del proyecto. Posible afectación de los patrones de escorrentías debido a la instalación de infraestructura y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	**S**
	Hidrología subterránea	HSUB1	Posible afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	**MMS**
		HSUB2	Disminución en la infiltración por la limpieza del terreno (deshierbe) y por modificaciones en la superficie.	**S**
Biótico	Flora	FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de despalme y deshierbe.	**S**
	Fauna	FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento del proyecto.	**MMS**
		FAU2	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos.	**S**
Perceptual	Paisaje	PAI1	Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos.	**MMS**

Dichos impactos ambientales evaluados son en su mayoría temporales y reversibles que, con base en los resultados obtenidos, no causa un daño ambiental relevante a los componentes aire, agua, suelo, flora, fauna y paisaje. Sin embargo, dichos impactos ambientales adversos deben de ser reducidos, mitigados o compensados para garantizar que se mantiene un equilibrio ecológico sano y adecuado con la integración de las medidas a través de sus acciones específicas, tal y como se aborda en el párrafo siguiente.

Con relación al tercer escenario, se logrará mantener la continuidad funcional del ecosistema en toda la trayectoria del sistema de transporte de gas natural. De acuerdo con la metodología de evaluación de impactos ambientales, se realizó la identificación y jerarquización de estos impactos en sus componentes (aire, suelo, flora, fauna y paisaje) con las medidas de reducción, mitigación y compensación de los impactos ambientales su valor de significancia se reduce de tal manera que garantiza la continuidad funcional de los componentes del ecosistema a través de la ejecución de las siguientes acciones:

1. Acciones de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.
2. Acciones de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.
3. Acciones de Manejo Integral de Residuos.
4. Acciones de Educación Ambiental.
5. Acciones Encaminadas a la Conservación de Suelos.
6. Acciones de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos.

De acuerdo con estas acciones, una vez valoradas las operaciones de reducción, mitigación y compensación, los impactos ambientales identificados cambian sus valores de significancia adquiriendo los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VII.3. Significancia de los impactos sin medidas.

Medio	Componente	Clave	Impacto	Significancia de impacto con medidas
Abiótico	Suelo	SUE1	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad), por el despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie por el desplante de la infraestructura del Proyecto.	**NS**
		SUE2	Incremento de la Erosión, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del sitio.	**PS**
	Aire	AIR1	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la generación de polvos.	**NS**
		AIR2	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del Proyecto.	**NS**

Medio	Componente	Clave	Impacto	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	HSUP1	Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del Proyecto	NS
		HSUP2	Modificación de las escorrentías intermitentes en el trazo del proyecto. Posible afectación de los patrones de escorrentías debido a la instalación de infraestructura y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	NS
	Hidrología subterránea	HSUB1	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	PS
		HSUB2	Disminución en la infiltración por la limpieza del terreno (deshierbe) y por modificaciones en la superficie.	NS
Biótico	Flora	FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de deshierbe y despalme.	NS
	Fauna	FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento del proyecto.	PS
		FAU2	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos.	NS
Perceptual	Paisaje	PAI1	Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos.	NS

En este sentido, el escenario menos deseable para el **SAR**, **AI** y **AP** es sin lugar a duda "la ejecución del **Proyecto** sin medidas de mitigación", ya que, de efectuarse, se afectaría de manera adversa a diversos componentes ambientales, sin que esto cause un daño o desequilibrio ecológico al ecosistema.

Por otra parte, se tiene que el escenario más deseable y ambientalmente viable es la ejecución de este con medidas de mitigación. Si bien existen impactos adversos a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción y de operación y mantenimiento, varios de ellos serán temporales, puntuales y reversibles, a través de las acciones que los previene, mitigan y compensan con la correcta ejecución del **PVA** y sus acciones específicas.

De manera más puntual, se estima que el **Proyecto** generaría una degradación que se vería prevenida, atenuada y compensada por la correcta aplicación de las acciones descritas en el capítulo VI, lo que hace de este **Proyecto**, una opción viable en términos ambientales para la región. Además, trae consigo beneficios económicos de manera directa e indirecta (a través de empleos temporales y fijos, consumo de bienes y servicios de las localidades cercanas al **Proyecto**.

Ahora bien, los indicadores ambientales que permitirán evaluar el grado de cumplimiento y la eficacia de cada una de las acciones propuestas se describieron de manera detallada y especifica en el mismo. Aunado a esto, se considera que la ejecución de las acciones específicas que están directamente relacionadas con la protección y recuperación del medio ambiente, son técnica y

ambientalmente viables de ser realizadas con el presupuesto y los recursos que se asignarán para su correcta aplicación.

Las acciones específicas para lograr el desarrollo del **Proyecto** corresponden a la prevención y mitigación de los impactos para la protección de los componentes ambientales: suelo, agua, atmósfera y paisaje. Estas estrategias permitirán tener un control del área del **Proyecto** y de sus áreas aledañas para disminuir la intensidad o extensión de los impactos identificados en la presente **MIA-R**.

Por otro lado, la ejecución del **Proyecto** se insertaría en el crecimiento económico del sector energético de la región, favoreciendo intrínsecamente la reducción de los impactos generados por la generación de energía mediante el uso de los hidrocarburos.

Con base en lo anterior, se concluye que el desarrollo del **Proyecto** no representará un factor de desequilibrio ecológico a ningún nivel, ya sea área de **Proyecto** o **SAR**, ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que representen un riesgo a la salud y bienestar humano, ni causará una inestabilidad en la funcionalidad del ecosistema. Por tanto, se considera al **Proyecto** como ambientalmente viable al impulsar el desarrollo de proyectos que aprovechan la incidencia solar como fuente de generación de energía y transmisión de la misma a través de la utilización de fuentes renovables y sin la emisión de gases contaminantes.

VII.3. Evaluación de alternativas

El diseño del **Proyecto** contempló una serie de criterios y alternativas teniendo como variable fija la región donde se ubicaría con la finalidad de que éste fuera más viable, ambiental, económica y socialmente. A continuación, se describen algunos aspectos considerados para el diseño del **Proyecto**.

Ubicación.

La selección del sitio para el desarrollo de este **Proyecto** tuvo como base criterios de factibilidad desde el punto de vista técnico, ambiental y socioeconómico, procurando la sustentabilidad del mismo, atenuando su incidencia negativa al medio ambiente.

Enseguida se presentan los criterios que se priorizaron para una adecuada selección del sitio:

Criterios técnicos.

- Factibilidad del recurso radiación solar dentro del sitio seleccionado del **Proyecto** mediante la investigación de los índices de aprovechamiento.
- Factibilidad para la interconexión a la subestación de **CFE** para entrega de electricidad a red existente.
- Presencia de infraestructura carretera en los alrededores del **Proyecto** (carreteras y caminos para accesos al **Proyecto**).
- Selección de sitios con bajas pendientes y carentes de obstrucciones.

Criterios ambientales.

- Ubicar el **Proyecto** fuera de cualquier Área Natural Protegida de competencia federal, estatal o municipal.
- Ubicar el **Proyecto** fuera de cualquier Región Prioritaria Terrestre (**RTP**), Hidrológicas (**RHP**) o Áreas de Interés para la Conservación de Aves (**AICA**)

Criterios socioeconómicos.

- Evitar afectaciones sobre poblaciones cercanas.
- Aceptación de la comunidad del **Proyecto** para la generación de derrama económica.
- Evitar el desplazamiento o reducción de actividades productivas de la zona.
- Factibilidad en la compra o arrendamiento de terrenos suficientes para el establecimiento del **Proyecto**.

De tecnología.

La selección del equipo a utilizar en el **Proyecto** se realizó mediante el criterio de viabilidad técnica y económica para la selección del equipo con mejores características costo-beneficio.

De reducción de la superficie a ocupar.

Otro de los aspectos que se consideraron para el diseño del **Proyecto** fue la disminución de la superficie a ocupar. A continuación, se describen los criterios utilizados para este aspecto.

- Utilizar la infraestructura existente de carreteras y caminos para facilitar el acceso al **Proyecto.**
- Cercanía entre el conjunto de obras. El **Proyecto** se diseñó de forma que la mayoría de las obras se localizaran lo más cerca posible una de la otra, para de esta forma evitar la aumentar la superficie del **Proyecto** por caminos que conecten las obras entre sí.
- Evitar la construcción de infraestructura innecesaria.

De prevención y compensación de impactos residuales significativos.

El diseño del **Proyecto** consideró los siguientes criterios para la reducción de impactos residuales.

- Evitar en lo posible la cercanía a cuerpos o corrientes de agua intermitentes y/o cuerpos de agua perenne.
- Utilizar la infraestructura existente de carreteras y caminos para facilitar el acceso al **Proyecto.** El diseño del **Proyecto** contempló el uso de caminos existentes para reducir el impacto que generaría la construcción de nuevos accesos.
- Evitar la construcción de infraestructura innecesaria.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO:

“PV LOMA BONITA SOLAR”



SOLARIG DEVELOPMENT MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.

TABLA DE CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 3

VIII.1. Presentación de la información. 3

VIII.2. Cartografía 3

VIII.3. Videos 5

VIII.4. Glosario de términos 5

VIII.5. Referencias bibliográficas 6

VIII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. Presentación de la información.

El presente estudio se realizó tomando en cuenta todos los aspectos indicados tanto en la **LGEEPA** como su reglamento en materia.

En cada uno de los apartados se han descrito los elementos metodológicos utilizados, especialmente en lo relativo al trabajo de campo realizado.

Integrados al documento se presentan mapas, figuras, tablas y gráficas que fungen como material visual de apoyo.

Las metodologías utilizadas son de uso común en este tipo de trabajo (impacto ambiental) y han demostrado su eficacia para la obtención de resultados útiles en la toma de decisiones.

De igual forma, se detalla la bibliografía utilizada y se tuvo especial cuidado en incluir información de fuentes formales y trabajo de campo metódico.

VIII.2. Cartografía

A continuación, se presenta el listado cartográfico de la **MIA-R,** misma que se presenta como **Anexo** de este capítulo:

Capítulo II

- Ubicación del Proyecto
- Componentes.

Capítulo III

- Ubicación del Proyecto en relación con las Áreas Naturales Protegidas
- Ubicación del Proyecto en relación con los sitios Ramsar
- Ubicación del Área del Proyecto en relación con las Regiones Indígenas
- Área del Proyecto y Área de Influencia en relación con los monumentos y zonas arqueológicas competencia del Instituto Nacional de Antropología e Historia
- Ubicación del Proyecto en relación con las Regiones Terrestres Prioritarias
- Ubicación del Proyecto con respecto de Regiones Hidrológicas Prioritarias
- Ubicación del Proyecto en relación con las Regiones Marinas Prioritarias
- Ubicación del Proyecto con respecto de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves
- Ubicación del Proyecto con respecto a los Sitios Prioritarios Terrestres
- Ubicación del Proyecto con respecto a los Sitios Prioritarios Marinos
- Ubicación del Proyecto en relación con los Sitios Prioritarios Acuáticos Continentales
- Ubicación del Proyecto en relación con los Sitios Prioritarios Primates
- Distribución de las UAB en el territorio mexicano
- Localización del trazo respecto de las UAB del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

- Ubicación del Proyecto con respecto al Programa Regional de Ordenamiento Territorial del Estado de Oaxaca

Capítulo IV

Archivos digitales SAR

Archivos digitales AI

MAPAS:

- Delimitación del SAR, AI y AP.
- Unidades climáticas del SAR, AI y el Área del Proyecto.
- Nivel de peligro por ciclones tropicales en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Nivel de peligro por inundaciones en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Nivel de peligro por granizo en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Nivel de peligro por heladas en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Nivel de peligro por sequía en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Provincias y subprovincias fisiográficas en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Sistema de Topoformas en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Gradiente altitudinal en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Unidades litoestratigráficas del AI, área del Proyecto y SAR.
- Fallas y fracturas cercanas al AI, área del Proyecto y SAR.
- Regionalización sísmica y ubicación del AI, área del Proyecto y SAR.
- Intensidad sísmica con respecto a la ubicación del AI, área del Proyecto y SAR.
- Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el SAR, AI, área del Proyecto.
- Unidades edafológicas presentes en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Erosión del suelo en el SAR, AI y AP.
- Municipios con hundimientos.
- Unidades climáticas.
- Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las regiones hidrológicas
- Hidrología superficial del SAR, AI y AP.
- Tipos de escurrimientos que incide en el SAR, AI y AP.
- Tipos de escurrimientos que incide en el AI y AP.
- Hidrología subterránea del SAR, AI y AP.
- Incidencia del SAR, AI y AP en los acuíferos.
- Isotermas e isoyetas del SAR, AI y AP.
- Provincias y subprovincias fisiográficas.
- Usos de suelo y vegetación en el SAR, AI y AP.
- Factor R
- Uso de suelo y vegetación reconocidos en campo para el SAR, AI y AP.
- Ubicación de los transectos, cámaras trampa y puntos de conteo para caracterización de la fauna dentro del SAR, AI y AP.
- Cambio en la distribución potencial de mamíferos terrestres de México.
- Zonas de calentamiento global para el SAR, AI y AP.
- Usos de suelo y Vegetación del SAR, AI y AP, (carta temática del INEGI, serie VII).

- Mapa de Uso de suelo y vegetación reconocidos en campo para el SAR, AI y AP.
- Mapa de Uso de suelo y vegetación reconocidos en campo para el AI y AP.
- Distribución de los sitios de muestreo por área.

VIII.3. Videos

Para la realización del presente estudio, no fue necesario la creación de videos.

VIII.4. Glosario de términos

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

Almacenamiento de residuos: Acción de tener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se dispone de ellos.

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos llevada a cabo por el hombre a través de la remoción parcial o total de la vegetación.

Daño Ambiental: Aquel que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de u impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un equilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesivas del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Generador de residuos peligrosos: Personal física o moral que como resultados de sus actividades produzca residuos peligrosos.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Manifestación de Impacto Ambiental: La LGEEPA la define como “...el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo”.

Medidas de compensación: Conjunto de las acciones que tienen como fin compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados al proyecto, ayudando así a reestablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y reestablecer o compasar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se cause con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permitir usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Sistema ambiental regional: Es la interacción entre el ecosistema (componentes bióticos y abióticos) y el subsistema económico (incluido los aspectos culturales) de la región donde se pretende realizar el proyecto.

VIII.5. Referencias bibliográficas

Álvarez, S. Z. (2015). Redalyc. Obtenido de Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana: https://www.redalyc.org/pdf/2818/281832840003.pdf

Begon, M., Townsend, C., & Harper, J. (2006). Ecology: from individuals to ecosystems (4a ed., Vols. Begon, M., C.R. Townsend y J.L. Harper). Blackwell Publishing. Oxford.

Bernáldez, F. G. (1981). Ecología y paisaje. España: Fundación Dialnet.

CENAPRED. (2018). Atlas Nacional de Riesgos. Obtenido de Sistema Nacional de Información sobre Riesgos: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

CONABIO, 2017. Integridad ecológica para depredadores superiores. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/conabio/documentos/pdf-xxvanios/dia03-integridad-ecologica-depredadores-superiores.pdf

CONABIO. (2022). Portal de Geoinformación. Obtenido de Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

CONABIO. (23 de enero de 2023). Enciclovida. Obtenido de https://enciclovida.mx/

CONABIO. (23 de junio de 2020). Biodiversidad mexicana. Obtenido de ¿Qué es una ecorregión?: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/quees

CONAFOR. (2011). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Obtenido de Manual y procedimientos para el muestreo de campo. Re-muestreo 2011: https://www.climateactionreserve.org/wp-content/uploads/2011/03/Sampling_Manual-_Remuestreo-_Conafor_INFyS.pdf

CONAFOR. (2017). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Obtenido de Procedimiento de muestreo: https://www.snieg.mx/DocAcervoINN/documentacion/inf_nvo_acervo/SNIGMA/Inv_Nac_For_Suelos/INFyS_2017_Procedimientos_de_muestreo_V_17_3.pdf

CONAGUA, 2020. Indicadores de Calidad del Agua a nivel nacional. Disponible en: https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

CONAPO, 2020. Índices de marginación. Disponible en: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372

Escribano, M. d. (1991). El Paisaje. Madrid, España: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones.

Fredericksen, B. y. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis de ecología vegetal. Bolivia: El País.

Gallina, S. (2015). Manual de técnicas del estudio de la fauna. Veracruz, México: Instituto de Ecología, A.C. Xalapa.

INECC. (2022). Atlas de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Obtenido de https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/

INEGI, 2022. Panorama sociodemográfico de México. [En línea] Available at: Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/

INEGI. (2017). Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación escala 1:250 000. México.

INEGI. (2022). Panorama sociodemográfico de México. Recuperado el 2022, de https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/

INEGI. Cartografía de erosión del suelo, escala 1:250,000.

Isasi Catalá, E., (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. Interciencia, 36(1),31-38.[fecha de Consulta 7 de Febrero de 2023]. ISSN: 0378-1844. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33917727005.

Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología (Vol. 8, 31-XII-2003 ed.). Madrid, España: Grupo Ibérico de Aracnología.

Jorgensen, E. (2005). Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. New York, EUA: CRC Press, Taylor & Francias Group.

López Gómez, A., & Williams Linera, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. Boletín de la Sociedad Botánica de México(78), 7-15.

Maclaurin, J., & Sterelny, K. (2008). What is biodiversity? Chicago: The University of Chicago Press.

Magurran, E. (2004). Measuring biological diversity. London: Blackwell Publishing.

Margalef, R. 1972. Homage to E. Hutchison, or why is there an upper limit to diversity. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences 44: 21-235.

MOPT. (1993). Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación. Madrid, España: Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Series Monográficas.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol. 1). Zaragoza: M&T–Manuales y Tesis SEA.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.

Moreno, N. (1984). Glosario botánico ilustrado.

Muñoz-Pedreros, A. (2004). Scielo. Obtenido de Revista chilena de historia natural: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0716-078x2004000100011&script=sci_arttext

Observatorio Económico México, 2020. En cifras ¿Cómo vamos? [En línea] Available at: https://mexicocomovamos.mx/encifrascomovamos.pdf. Base INEGI: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=38&vr=5&in=2&tp=20&wr=1&cno=2

Observatorio Económico México. (2020). En cifras ¿Cómo vamos? Recuperado el 2023, de https://mexicocomovamos.mx/encifrascomovamos.pdf. Base INEGI: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=38&vr=5&in=2&tp=20&wr=1&cno=2

Pineda López, R., & Verdú Franco, J. (2013). Cuaderno de prácticas. Medición de la Biodiversidad: diversidad alfa, beta y gamma (Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad de Alicante ed., Vol. Serie Nodos). Querétaro: Editorial Universitaria Colección Academia.

Podani, J. (2006). With a machete through the jungle: some thoughts on community diversity. Acta Biotheoretica(54), 125–131.

Rosenzweig, M. (1995). Species Diversity in Space and Time. New York: Cambridge University Press.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Umaña, A. (2006). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad: 191. En C. Villa (Ed.), Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (págs. 187-226). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.