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

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

PROYECTO:
“PV CHABACANES SOLAR”

Solarig

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

VERSIÓN PÚBLICA. Se elimina la información confidencial con fundamento en los artículos 113 y 118 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

[redacted]

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. 4
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. 5
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 "**PV Chabacanes Solar"** (en adelante "**Proyecto**"), consiste en la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono de un parque solar a través del cual se generará energía eléctrica por medio de la transformación de la radiación solar a partir de celdas fotovoltaicas. Dicho **Proyecto** se ubicará en el municipio de Ozuluama de Mascareñas, estado de Veracruz. La energía generada se transportará por medio de una línea de transmisión de 115 kV hacia la Subestación de la Comisión Federal de Electricidad (**CFE**) en el mismo municipio de Ozuluama, ubicada a 4,300 metros de distancia del **Proyecto**.

El **Proyecto** se desarrollará en una superficie de 134.2528 hectáreas. El polígono del parque se ubica municipio de Ozuluama de Mascareñas, estado de Veracruz. El acceso más cercano a los polígonos del parque es por la Autopista de cuota 180 D Tuxpan -Tampico al oeste del área del Proyecto, sin embargo, no tiene conexión de entrada con los polígonos del **Proyecto**, por lo que el acceso más viable es la calle 5 de mayo que se convierte en camino municipal de terracería que sale de la localidad de Ozuluama de Mascareñas hacia la Autopista de cuota 180 D dirección oeste con una longitud aproximada de 3.5 kilómetros.

El **Proyecto** utilizará paneles solares en corriente directa para la generación de energía eléctrica durante el día, con una potencia pico de 75.1 MWp en DC. La energía generada será convertida a corriente alterna con una potencia nominal de 50.0 MW AC y una potencia instalada de 62.6 MW AC. La energía será elevada a alta tensión de 115 kV mediante una subestación (115 Kv/34.5 kV) ubicada dentro del mismo polígono del parque. Los paneles solares estarán equipados con un sistema de seguidores, que forman parte del sistema de montaje de un eje horizontal (norte-sur), para optimizar la generación eléctrica según la radiación solar.

La subestación de potencia se proyecta para operar a 115 kV y transmitirá la energía a través de una línea de transmisión de alta tensión de aproximadamente 4,300 metros hacia la Subestación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) del municipio de Ozuluama de Mascareñas.

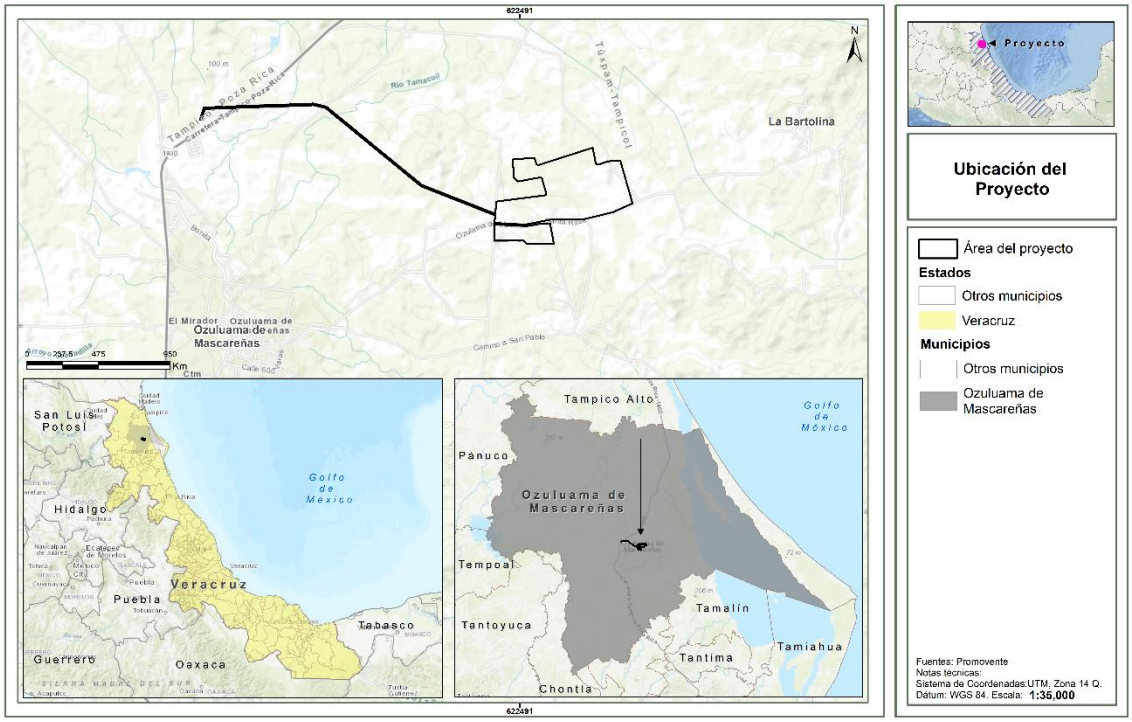
El **Proyecto** se compone de los siguientes equipos principales:

- Área de módulos;
- Área de baterías;
- Área de maniobras;
- Área de trabajos temporales;
- Caminos internos;
- Centro de transformación;
- Línea de transmisión (y su derecho de vía);
- Subestación elevadora;
- Inversores (string);
- Zanjas de cableado eléctrico;

I.1.2. Ubicación del Proyecto.

El **Proyecto** se desarrollará en el municipio de Ozuluama de Mascareñas en el estado de Veracruz Ignacio de La Llave abarcando una superficie de **134.2528 hectáreas**, 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:	[redacted]
Colonia:	[redacted].
Código Postal:	[redacted].
Entidad Federativa:	[redacted]
Alcaldía:	[redacted]

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. Tania Araceli Ramírez Montiel (se anexa copia de la Cédula Profesional del responsable técnico como **Apéndice I, Anexo I.5**).

I.3.4. Dirección del responsable técnico.

Calle:	[redacted]
Colonia:	[redacted].
Código Postal:	[redacted].
Entidad Federativa:	[redacted]
Alcaldía:	[redacted]

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO II

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

PROYECTO:

“PV CHABACANES SOLAR”

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

VERSIÓN PÚBLICA. Se elimina la información confidencial con fundamento en los artículos 113 y 118 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

TABLA DE CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. 9

II.1.1. Naturaleza del Proyecto, plan o programa. Información general del Proyecto, plan o programa. 9

II.1.2. Justificación..... 12

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto..... 18

II.1.3.2. Dimensiones del proyecto..... 20

II.1.4. Inversión requerida..... 22

II.2. Características particulares del Proyecto, plan o programa..... 25

II.2.1. Módulos fotovoltaicos 25

A. Seguidor en un eje N-S..... 26

B. Inversores de strings..... 27

C. Transformador..... 28

D. Centro de transformación 29

E. Configuración eléctrica 30

F. Diseño del cableado eléctrico..... 31

G. Obras civiles..... 31

H. Sistema de baterías de almacenamiento de energía..... 33

II.2.2. Subestación de 115 kV..... 34

A. Características medioambientales..... 35

B. Corrientes de corto circuito 36

C. Coordinación del aislamiento..... 36

D. Distancias mínimas de seguridad 36

E. Sistema de alta tensión..... 38

F. Equipo de alta tensión - Posición de línea..... 41

F.1. Seccionadores 41

F.2. Interruptores 41

F.3. Transformadores de intensidad..... 42

F.4. Transformadores de tensión..... 42

F.5. Pararrayos 43

G. Sistema de alta / Media Tensión – transformador de potencia 43

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

H. Sistema PAT 44
I. Pararrayos sistema de MT 44
J. Sistema de media tensión 44
J.1. Celdas de Media Tensión para las líneas de entrada 45
J.2. Celdas de MT para las líneas de salida 45
J.3. Celdas de MT para medición 46
J.4. Celdas de MT para servicios auxiliares 46
J.5. Cables 47
II.2.3. Líneas de transmisión de 115 kV 47
A. Consideraciones medioambientales 48
B. Coordinación de aislamiento 49
C. Distancias mínimas 49
D. Distancias mínimas en los vanos 49
E. Distancias mínimas de seguridad 50
F. Características de la línea 50
F.1. Cantones 50
F.2. Torres 51
F.3. Conductores 51
F.4. Cables de tierra 52
F.5. Aisladores 53
II.3 Programa de trabajo 54
II.3.1. Representación gráfica regional. 56
II.3.2. Representación gráfica local 57
II.4. Preparación del sitio y construcción. 58
II.4.1. Preparación del sitio 58
B. Trazo y nivelación. 58
C. Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones. 59
D. Cortes. 60
E. Rellenos. 60
F. Obras y actividades provisionales. 62
II.4.2. Construcción. 63

II.4.2.1. Parque fotovoltaico 63
A. Obra civil 63
A.1. Obra electromecánica 64
II.4.2.2. Subestación eléctrica 65
A.1. Obra civil 65
A.2. Obra electromecánica 65
II.4.2.3. Línea de transmisión 66
A.1 Obra civil 66
A.2. Obra electromecánica 67
II.4.2.4. Obras asociadas al Proyecto 68
II.4.2.5. Requerimientos paras las etapas de preparación del sitio y construcción 68
II.5. Operación y mantenimiento. 71
II.5.1. Operación 71
II.5.2. Mantenimiento. 71
II.5.3. Requerimientos para la etapa de operación y mantenimiento. 72
A. Personal. 72
B. Combustibles. 73
C. Agua. 73
II.6. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones. 73
II.6.1. Requerimientos para la etapa de Desmantelamiento y abandono de las instalaciones. 74
B. Combustible. 74
C. Agua. 74
II.7. Residuos. 75
A. Aguas residuales 75
B. Residuos de la etapa de preparación del sitio y construcción 75
II.9. Generación de gases de efecto invernadero. 76
II.9.1. Emisiones a la atmósfera. 76
II.9.2. Fuentes de generación de gases de efecto invernadero por etapa 77
II.9.3. 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 .. 77

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Valores mensuales del recurso solar. 14
Tabla II. 2. Coordenadas del polígono del proyecto WGS84, Zona 14Q. 18
Tabla II. 3. Superficie del Proyecto por componentes. 21
Tabla II. 4. Costo de las medidas de mitigación del Proyecto. 22
Tabla II. 5. Características técnicas del PV. 25
Tabla II. 6. Características del módulo fotovoltaico. 25
Tabla II. 7. Principales características del seguidor de un eje. 27
Tabla II. 8. Datos generales del inversor. 28
Tabla II. 9. Número de inversores. 28
Tabla II. 10. Caracteristicas del centro de transformación. 29
Tabla II. 11. Centros de transformación de acuerdo a su configuración en AC. 30
Tabla II. 12. Centros de transformación de acuerdo al campo DC asociado. 30
Tabla II. 13. Características principales de la configuración eléctrica. 30
Tabla II. 14. Resumen de las secciones de cable seleccionadas. 31
Tabla II. 15. Obras civiles. 31
Tabla II. 16. Secciones transversales de las zanjas. 33
Tabla II. 17. Características del sistema de almacenamiento. 33
Tabla II. 18. Características del sistema de alta tensión. 34
Tabla II. 19. Características de los transformadores. 35
Tabla II. 20. Características del sistema de media tensión. 35
Tabla II. 21. Características medioambientales del emplazamiento. 35
Tabla II. 22. Niveles de cortocircuito. 36
Tabla II. 23. Valores de coordinación de aislamiento del primario. 36
Tabla II. 24. Principales características de los seccionadores. 41
Tabla II. 25. Principales características de los interruptores. 42
Tabla II. 26. Principales características de los transformadores de intensidad. 42
Tabla II. 27. Principales características de los transformadores de tensión. 42
Tabla II. 28. Características principales de los pararrayos del sistema de AT. 43
Tabla II. 29. Las principales características del transformador. 43
Tabla II. 30. Los componentes del sistema de puesta a tierra. 44

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Tabla II. 31. Principales características del pararrayos en el sistema de MT. 44
Tabla II. 32. Principales características de la barra del sistema de Media Tensión. 44
Tabla II. 33. Principales características de las celdas de líneas de entrada. 45
Tabla II. 34. Principales características de las celdas de líneas de salida. 45
Tabla II. 35. Principales características de las celdas para medición. 46
Tabla II. 36. Principales características de las celdas para los servicios auxiliares. 46
Tabla II. 37. Características de los cables. 47
Tabla II. 38. Características generales de la línea aérea. 47
Tabla II. 39. Coordenadas de las torres de la LT de 115 kV. 48
Tabla II. 40. Condiciones medioambientales del emplazamiento. 48
Tabla II. 41. Valores de coordinación de aislamiento. 49
Tabla II. 42. Distancias máximas en el vano 50
Tabla II. 43. Cantones de la línea 50
Tabla II. 44. Características del conductor. 51
Tabla II. 45. Cable de tierra 52
Tabla II. 46. Características del aislador de suspensión. 53
Tabla II. 47. Características del aislador de amarre 53
Tabla II. 48. Programa de trabajo del Proyecto. 55
Tabla II. 49. Vegetación forestal por remover en el área del proyecto 58
Tabla II. 50. Características de calidad del material de relleno. 61
Tabla II. 51. Requisitos de granulometría del material de relleno. 61
Tabla II. 52. Personal requerido preparación del sitio y construcción. 69
Tabla II. 53. Requerimientos de combustibles preparación del sitio y construcción. 70
Tabla II. 54. Requerimientos de agua preparación del sitio y construcción. 70
Tabla II. 55. Requerimientos de personal en la etapa de operación y mantenimiento. 72
Tabla II. 56. Requerimientos de combustible en la etapa de operación y mantenimiento. 73
Tabla II. 57. Requerimientos de agua etapa de operación y mantenimiento. 73
Tabla II. 58. Requerimientos de personal etapa de cierre y abandono. 74
Tabla II. 59. Requerimientos de combustible etapa de cierre y abandono 74
Tabla II. 60. Requerimientos de agua etapa de cierre y abandono. 75

Tabla II. 61. Estimación de residuos generados en la etapa de preparación del sitio y construcción. 76

Tabla II. 62. Estimación de residuos generados en la etapa de operación y mantenimiento..... 76

Tabla II. 63. Estimación de residuos generados en la etapa de cierre y abandono. 76

Tabla II. 64. Emisiones generadas. 77

Tabla II. 65. Maquinaria y equipo. 77

Tabla II. 66. Potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero (figuras IPCC TAR 2001). 78

Tabla II. 67. Factores de emisión para gas natural, gasolina y diésel 79

Tabla II. 68. Generación de GEI por etapa del proyecto. 80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a inundaciones en el área del Proyecto. 11
Figura II. 2. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a deslaves en el área del Proyecto.... 12
Figura II. 3. Capacidad instalada acumulada de generación distribuida por tecnología, 2023. 13
Figura II. 4. Perfil del horizonte (fuente datos: PVGIS 5.2). 14
Figura II. 5. Gráfica del recurso solar. 15
Figura II. 6. Pendientes en el área del proyecto. 16
Figura II. 7. Ubicación del proyecto. 20
Figura II. 8. Componentes del Proyecto. 21
Figura II. 9. Módulo de panel solar modelo CS7N-650MS 1500V. 26
Figura II. 10. Seguidor de un eje. 27
Figura II. 11. Inversor SUN2000-215KTL-H0. 27
Figura II. 12. Transformador de potencia. 28
Figura II. 13. Ejemplo de un centro de transformación Indoors. 29
Figura II. 14. Sección transversal simplificada de una zanja BT. 32
Figura II. 15. Sección transversal simplificada de una zanja MT. 32
Figura II. 16. Ejemplo de un sistema de almacenamiento mediante baterías. 34
Figura II. 17. Ejemplo de un battery pack. 34
Figura II. 18. La distancia de seguridad es la suma del valor básico y la zona de seguridad para el personal 37
Figura II. 19. Las alturas mínimas de seguridad. 38
Figura II. 20. Las distancias mínimas de seguridad. 38
Figura II. 21. Un ejemplo de interruptor (Fuente: ABB). 39
Figura II. 22. Un ejemplo de seccionador (Fuente: ABB). 39
Figura II. 23. Un ejemplo de transformador de medición (Fuente: ABB). 39
Figura II. 24. Un ejemplo de transformador de potencia (Fuente: GE). 40
Figura II. 25. Un ejemplo de pararrayos (Fuente: ABB). 40
Figura II. 26. Un ejemplo de líneas de media tensión (Fuente: Ormazabal). 41
Figura II. 27. Distancias mínimas de seguridad. 50
Figura II. 28. Ilustración de la torre de la línea. 51
Figura II. 29. Ilustración del conductor de la línea (Fuente: Southwire). 52
Figura II. 30. Ilustración del cable de tierra de la línea (Fuente: Faso). 53
Figura II. 31. Ilustración de un aislador de la línea (Fuente: NGK). 54
Figura II. 32. Representación gráfica regional. 56

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II. 33. Representación gráfica local. 57
Figura II. 34. Plano topográfico. 59
Figura II. 35. Tipo de cunetas. 60
Figura II. 36. Sección tipo de los caminos internos. **A** 63
Figura II. 37. Montaje tipo de panel fotovoltaico. 64

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

El **PV Chabacanes Solar** (en adelante "**Proyecto**"), consiste en la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono de un parque solar a través del cual se generará energía eléctrica por medio de la transformación de la radiación solar a partir de celdas fotovoltaicas. Dicho **Proyecto** se ubicará en el municipio de Ozuluama de Mascareñas, estado de Veracruz. La energía generada se transportará por medio de una línea de transmisión de 115 kV hacia la Subestación de la Comisión Federal de Electricidad (**CFE**) en el mismo municipio de Ozuluama, ubicada a 4,316.8 metros de distancia del **Proyecto**.

El **Proyecto** se desarrollará en una superficie de 134.2528 hectáreas. El polígono del parque se ubica municipio de Ozuluama de Mascareñas, estado de Veracruz. El acceso más cercano a los polígonos del parque es por la Autopista de cuota 180 D Tuxpan -Tampico al oeste del área del Proyecto, sin embargo, no tiene conexión de entrada con los polígonos del **Proyecto**, por lo que el acceso más viable es la calle 5 de mayo que se convierte en camino municipal de terracería que sale de la localidad de Ozuluama de Mascareñas hacia la Autopista de cuota 180 D dirección oeste con una longitud aproximada de 3.5 kilómetros.

El **Proyecto** utilizará paneles solares en corriente directa para la generación de energía eléctrica durante el día, con una potencia pico de 75.1 MWp en DC. La energía generada será convertida a corriente alterna con una potencia nominal de 50.0 MW AC y una potencia instalada de 62.6 MW AC y la energía será elevada a alta tensión de 115 kV mediante una subestación (115/34.5 kV) ubicada dentro del mismo polígono del parque. Los paneles solares estarán equipados con un sistema de seguidores, que forman parte del sistema de montaje de un eje horizontal (norte-sur), para optimizar la generación eléctrica según la radiación solar.

La subestación de potencia se proyecta para operar a 115 kV y transmitirá la energía a través de una línea de transmisión de alta tensión de aproximadamente 4,316.8 metros hacia la Subestación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) del municipio de Ozuluama de Mascareñas.

El **Proyecto** contará con una cerca perimetral de malla metálica galvanizada, circuito cerrado y sistema contra incendios con el fin de salvaguardar los equipos. Se realizarán las adecuaciones necesarias para el drenaje de agua pluvial a fin de evitar inundaciones y permitir el libre flujo del agua.

II.1.1. Naturaleza del Proyecto, plan o programa. Información general del Proyecto, plan o programa.

El **Proyecto** se refiere a un conjunto de obras y actividades establecidas en el artículo 28, fracciones II y VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) y el artículo 5°, inciso K) fracciones II y III, e inciso O) fracción II del Reglamento de la **LGEEPA** en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (**REIA**), conforme a los componentes que lo integran:

- Área de batería.
- Área de maniobras.
- Área de módulos (paneles solares).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Área de trabajo temporales.
- Caminos internos.
- Centros de transformación.
- Línea de Transmisión de 115 kV (junto con su derecho de vía).
- Inversores string.
- Subestación elevadora de 115/34.5 kV.
- Zanjas de cableado eléctrico de media tensión.

Esta actividad económica pertenece al sector **221113 “Generación de electricidad a partir de energía solar”** del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)[1].

El Atlas Nacional de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático (ANVCC2), donde se analizan vulnerabilidades relacionadas con el clima, considerando su vulnerabilidad actual y futura, a partir de las proyecciones de cuatro modelos de circulación general: Centre National de Recherches Météorologiques (CNRMC-M5), Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL-CM3), Met Office Hadley Center (HADGEM2-ES) y Max Plank Institute for Meteorology (MPI-ESM-LR), para el horizonte de tiempo 2015-2039 y para la Trayectoria Representativa de Concentración (RCP por sus siglas en inglés).

El Análisis de la vulnerabilidad, a través de la integración de los componentes de la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, permite conocer las causas subyacentes de la vulnerabilidad y es un insumo importante para el análisis de las alternativas de adaptación3.

En este contexto se realizaron cuatro ejercicios de priorización para los municipios más vulnerables al cambio climático, cada uno de ellos muestra una representación plausible de cómo podrían ser las condiciones a futuro si se cumplen ciertas consideraciones las proyecciones de la precipitación en el escenario más desfavorable tiene un ligero incremento en los diferentes períodos, mientras que el escenario pesimista tiene un ligero incremento en el corto plazo, y una disminución gradual de la precipitación en el mediano y largo plazo hasta llegar a un 8% por debajo con respecto a 1981-2010.

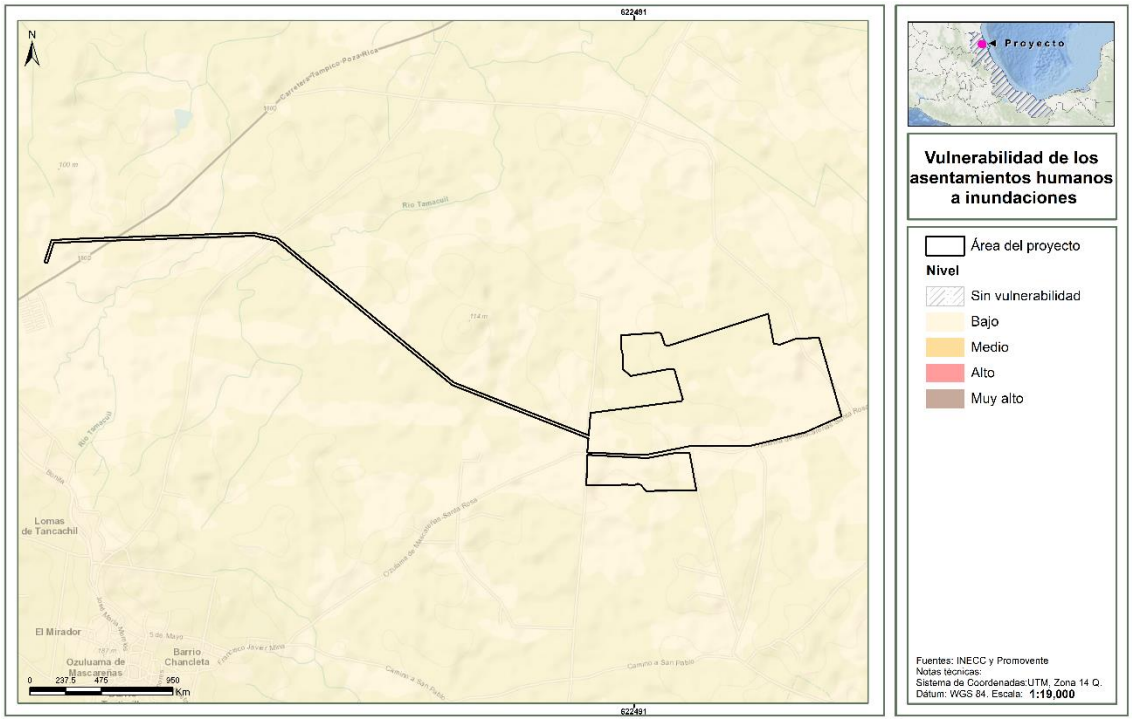
Las proyecciones de la temperatura muestran todos los escenarios de cambio climático un incremento gradual de la temperatura que va de 1.1 a 1.5 °C en el escenario más favorable, y de 1.2 A 5.1 °C en el escenario más pesimista.

[1] https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/scian/tablaxvi.pdf.
[2] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climatico, Atlas de vulnerabilidad al Cambio Climato, 2019, https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf
[3] CEPAL-IAI (2013). Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina. Sánchez, R. (Editor). Santiago de Chile: Naciones Unidas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Actualmente en el municipio Ozuluama de Mascareñas del estado de Veracruz de acuerdo con los datos de vulnerabilidad[4], riesgos[5] y peligros[6] al cambio climático, el **Proyecto** presenta vulnerabilidad **bajo** para inundaciones y para deslaves de los asentamientos humanos, tal como se muestran en las figuras siguientes.

Figura II. 1. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a inundaciones en el área del Proyecto.



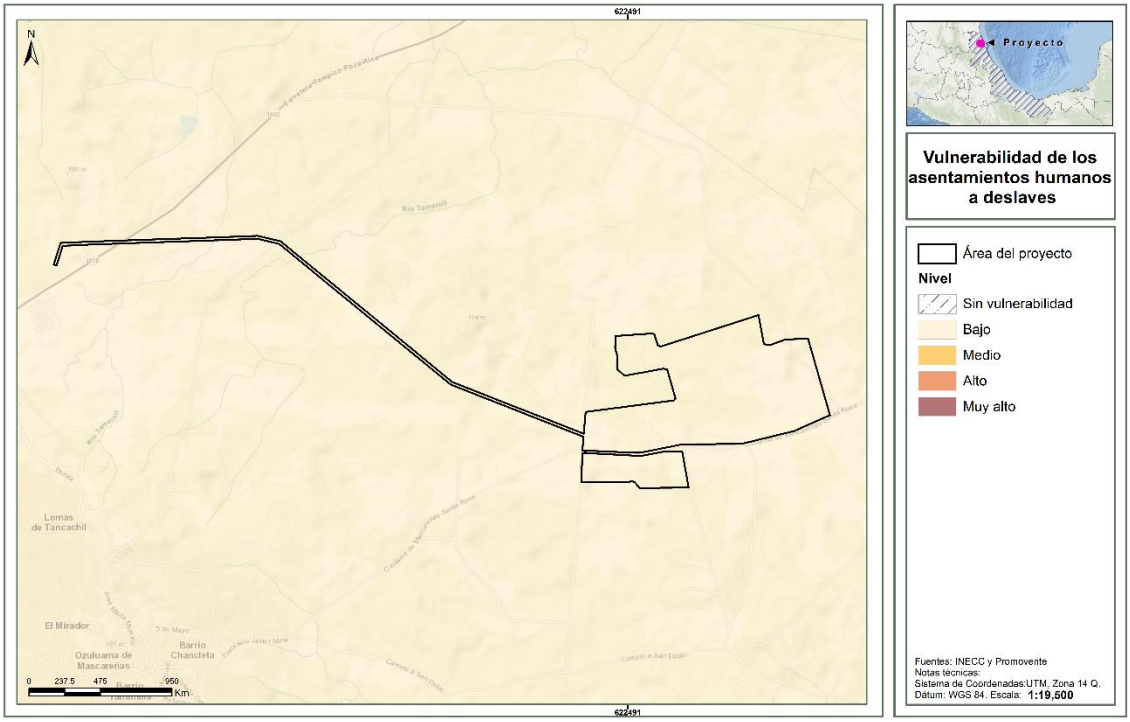
[4] En el entendido de que la vulnerabilidad se define como la incapacidad del sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos (INECC, 2018) y que esto, en el contexto de un clima cambiante, deriva en fenómenos climáticos extremos, comúnmente identificados como riesgos y peligros para los sistemas humanos (e.g., deslizamientos, inundaciones, incendios, sequías, etc.).

5 Riesgo.- Probabilidad de que se produzca un daño en las personas, en uno o varios ecosistemas, originado por un fenómeno natural o antropogénico (Ley General de Cambio Climático (2018), Diario Oficial de la Federación. 14 de febrero de 2020.

[6] Peligro.- Se define con relación a la ocurrencia de eventos climáticos, tales como cambios en la temperatura y precipitación, los fenómenos relacionados (e.g., ciclones tropicales o sequías) así como las afectaciones sociales y económicas derivadas de las mismas (e.g., disminución de rendimientos agrícolas o incremento en incidencia de enfermedades (INECC, 2020, Catálogo de términos utilizados en el tema de cambio climático)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II. 2. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a deslaves en el área del Proyecto.



Actualmente el clima histórico en la estación climatológica (EMA) 30122 de nombre Ozuluama, en el estado de Veracruz (1925-2024) en cuanto a la precipitación normal anual es de 307.2 mm, y la temperatura media anual de 31.5 °C. en este sentido los datos climáticos describen el comportamiento del clima del lugar, la precipitación y la temperatura que se puede esperar "normalmente" en un año.

Cabe señalar que el **Proyecto** en el diseño y ubicación se consideraron los criterios siguientes para disminuir la vulnerabilidad al cambio climático:

- Peligro por ciclones tropicales: **Medio.**
- Peligro de sequía**: Medio.**
- Peligro de granizo: **Bajo**.
- Heladas: **Muy Bajo**.
- Granizo: **Muy Bajo**.
- Vulnerabilidad a inundaciones: **Bajo**.
- Vulnerabilidad a deslaves: **Bajo**.

II.1.2. Justificación.

El aumento en la generación de gases de efecto invernadero con el uso de combustibles fósiles ha tenido implicaciones en el cambio climático global, en este sentido se han fomentado el desarrollo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

de alternativas viables para obtener energía eléctrica a un menor costo y menores efectos adversos al ambiente.

- Disminución de las pérdidas de efecto Joule I2R en la transformación y transporte al no generar la energía eléctrica desde las grandes centrales Eléctricas con la matriz energética disponible del **SEN**.
- Se evitan emisiones de CO_2e al medio ambiente.

En la figura siguiente se muestra la participación de la capacidad instalada acumulada por tecnología alcanzando un valor total acumulado de 3,364 MW.

Figura II. 3. Capacidad instalada acumulada de generación distribuida por tecnología, 2023.



FUENTE: Elaborado por SENER con información de CENACE y CRE.

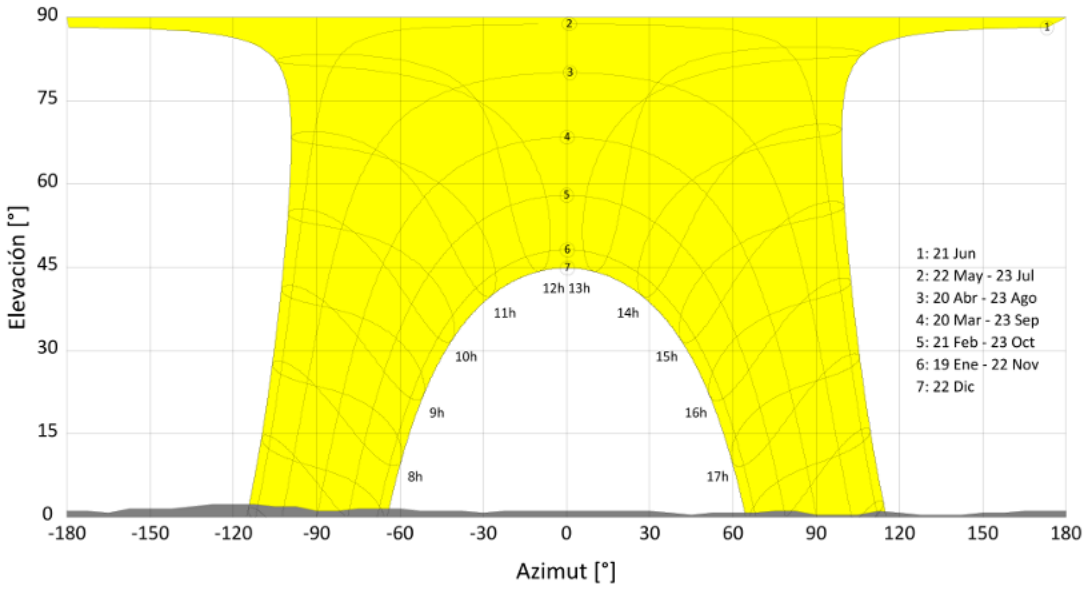
Aún y cuando se ha tenido un incremento en la generación de energía eléctrica por parte de sistemas fotovoltaicos la demanda máxima integrada neta dentro del **SEN** presenta un comportamiento diferenciado a lo largo del año, mostrando estacionalidad entre los meses de verano donde se presentan las demandas más altas del año, en contraste con los meses de primavera, en los cuales se observa una disminución de la demanda.

Perfil del horizonte

La irradiancia solar que llega a los módulos fotovoltaicos cambiará si hay colinas o montañas en el horizonte. Estas obstrucciones físicas bloquearán la componente directa de la irradiancia durante algunos períodos del día y también tendrán un impacto en la componente difusa. Por lo tanto, el perfil del horizonte afecta directamente el rendimiento energético de la planta fotovoltaica.

La línea del horizonte tiene una elevación promedio de 1.0° y una elevación máxima de 1.5°. A lo largo del año, la línea del horizonte bloqueará el Sol durante un total de 70 horas. La fuente de datos para la línea del horizonte fue PVGIS 5.2. El valor de la elevación bloqueada en el rango de azimut completo se muestra en la Figura siguiente.

Figura II. 4. Perfil del horizonte (fuente datos: PVGIS 5.2).



Recurso Solar

El objetivo del análisis de recursos solares es proporcionar una estimación de la energía solar que la planta fotovoltaica recibiría durante un año típico.

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: 8.8 °C.
- Máxima temperatura: 39.5 °C.
- Temperatura media: 25.22°C.

Los resultados del análisis del recurso solar se muestran en la tabla siguiente.

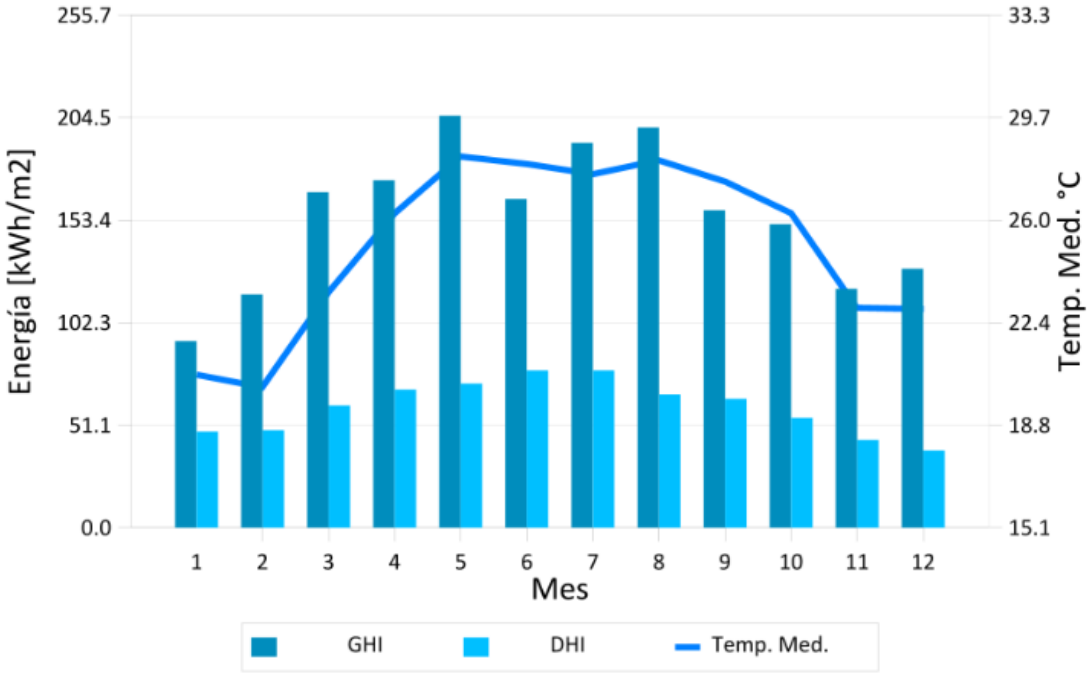
Tabla II. 1. Valores mensuales del recurso solar.

Mes	GHI (kWh/m^2)	DHI (kWh/m^2)	Temperatura °C
1	93.1	48.1	20.56 °C
2	116.5	48.8	20.14 °C
3	167.5	61.1	23.51 °C
4	173.4	69.0	26.29 °C

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Mes	GHI (kWh/m^2)	DHI (kWh/m^2)	Temperatura °C
5	205.7	72.0	28.32 °C
6	164.0	78.5	28.06 °C
7	192.1	78.6	27.71 °C
8	199.7	66.6	28.17 °C
9	158.5	64.4	27.43 °C
10	151.5	54.9	26.29 °C
11	119.3	43.9	22.92 °C
12	129.3	38.6	22.92 °C
Año	1870.5	724.3	25.19 °C

Figura II. 5. Gráfica del recurso solar.



Pendientes

Se ha realizado un análisis preliminar de la topografía para estudiar la disponibilidad de terreno adecuado para la construcción de una planta fotovoltaica. Se calcularon las pendientes Norte- Sur y Este-Oeste mostradas en la figura siguiente.

La resolución de cuadrícula de los datos de elevación es de 30.0 m (en las direcciones Norte-Sur y Este-Oeste). Estos datos han sido proporcionados por Google Earth (SRTM-30).

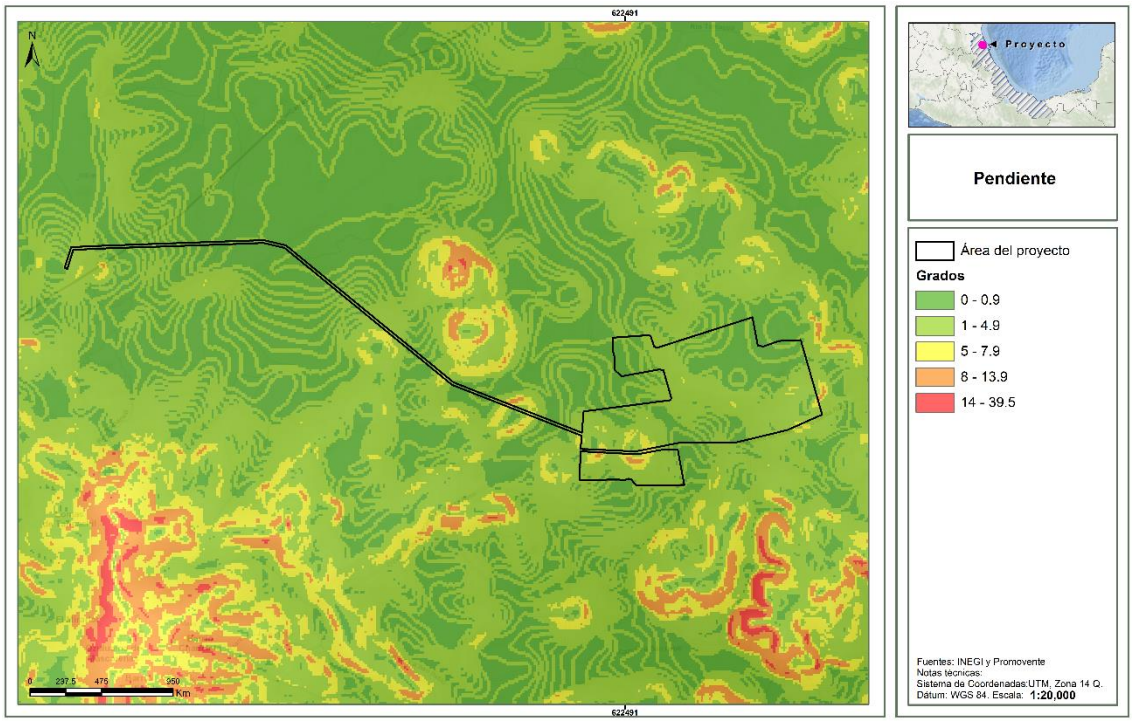
El mapa que se muestra en la Figura siguiente representa las pendientes del terreno, con los siguientes colores:

- Pendientes 0 a 0.9

- Pendientes 1.0 a 4.9
- Pendientes 5.0 a 7.9
- Pendientes 8.0 a 13.9

Utilizando los datos de elevación mencionados anteriormente, se calculó la posición de las estructuras en el terreno. La pendiente del terreno debajo de las estructuras se calculó en la dirección Norte-Sur y en la dirección Este-Oeste. También se determinó la posición de los postes de las estructuras, incluyendo la elevación del terreno en cada poste y su altura.

Figura II. 6. Pendientes en el área del proyecto.



En **Proyecto** representa una tecnología con numerosos beneficios ya que genera energía eléctrica de forma limpia y se adapta a las necesidades actuales, entre sus principales beneficios podemos mencionar los siguientes:

- **No genera emisiones de Gases de Efecto Invernadero** (**GEI**). Permite generar energía sin contaminar el aire y contribuye al cumplimiento de la eliminación de emisiones de **GEI** a nivel nacional.
- **Es costo-efectiva**. Actualmente el costo de módulos fotovoltaicos se ha reducido haciendo competitiva la generación, aunado a que los costos 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 es la irradiación solar durante el día hacia los módulos fotovoltaicos, lo cual representa un recurso infinito en cualquier zona geográfica del país.
- **Es modular**. Debido a las características 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.

Con relación a los aspectos ambientales que justifican la ejecución del **Proyecto** mediante la minimización de los impactos ambientales, la afectación a los servicios ambientales e hídricos, se enuncian los siguientes:

- En la ubicación del **Proyecto** se realizó una optimización de la colocación de los paneles solares para reducir al mínimo la afectación a la remoción de vegetación forestal, dentro de la superficie del **Proyecto** de 134.2528 ha. De manera que, con relación a los tipos de vegetación forestal a afectar, de la superficie total de desplante del **Proyecto**, solamente una mínima parte del DDV Línea de transmisión se desplantarán sobre **0.3484 has** que corresponden a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.
- Al estar ubicado en áreas pastizal cultivado y suelos destinados a la agricultura (2.8614 has de agricultura de temporal permanente, 131.0430 has de pastizal cultivado), el **Proyecto** tiene un impacto mínimo en los servicios ambientales, tal como se detalla en el capítulo IV de la presente **MIA-R**.
- El **Proyecto** no afectará los recursos hídricos ni incrementará su estrés debido a que no utilizará el aprovechamiento superficial ni subterráneo de agua en su operación. Para las etapas de preparación del sitio y construcción utilizará preferentemente agua tratada de las plantas de tratamiento del municipio de Ozuluama de Mascareñas. Adicionalmente, es importante señalar que, si bien el área del **Proyecto** presenta cuerpos de agua artificiales, los cuales se va a rellenar para la construcción de los paneles solares
- Estar fuera de Áreas Naturales Protegidas (**ANP**) de competencia federal, estatal y municipal, así como de áreas de interés de conservación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**), tales como: Regiones Terrestres Prioritarias (**RTP**), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (**AICAS**), sitios RAMSAR. Como se mencionó anteriormente, el área ha sido modificada principalmente por actividades agrícolas y pastizal cultivado, por lo tanto, solo el **0.26%** del **AP** corresponden a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.
- El **Proyecto** es compatible y congruente con los diferentes ordenamientos jurídicos aplicables en materia de ordenamiento ecológico y de uso de suelo a nivel federal, estatal y municipal, tal y como se demostrará en el capítulo III de la presente **MIA-R**.
- La ubicación de la línea de transmisión eléctrica del **Proyecto** se privilegia su trayectoria sobre terrenos agrícolas y pastizal cultivado por lo que, en este componente solo existirá la remoción de la vegetación forestal de 0.3484 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia para el DDV de la Línea de transmisión.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto.

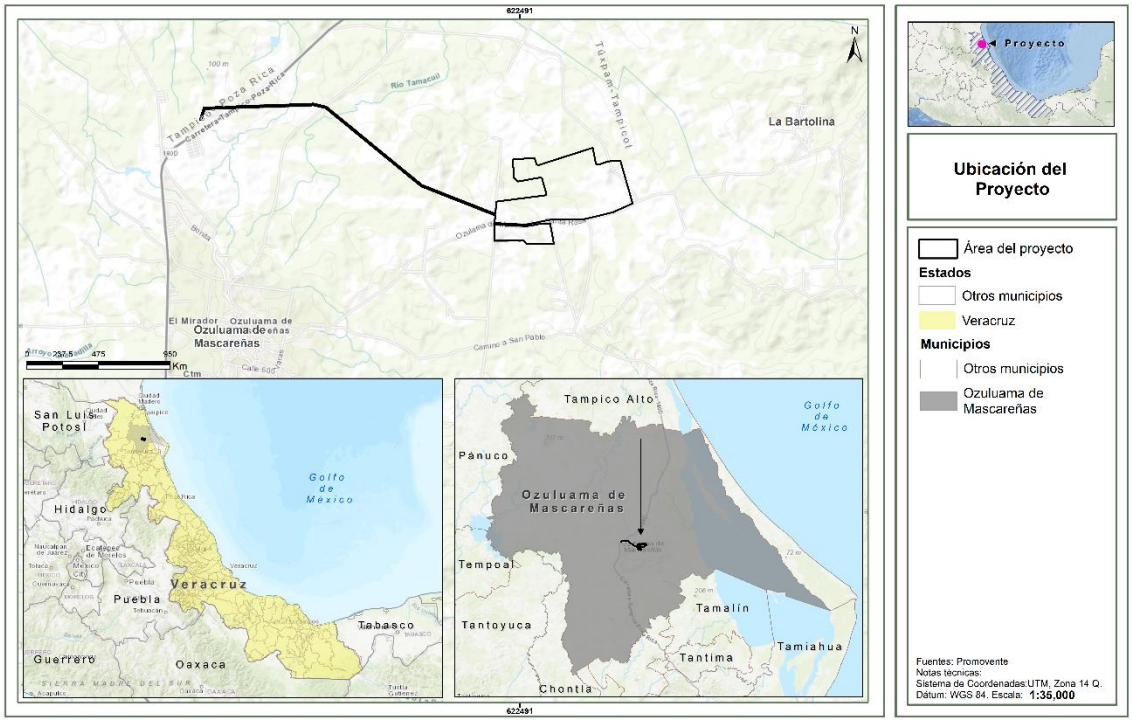
El **Proyecto** se desarrollará en un área dentro del municipio de Ozuluama de Mascareñas a una distancia de la cabecera municipal de aproximadamente de 3.5 kilómetros, siendo el acceso más viable por la calle 5 de mayo que se convierte en camino municipal de terracería que sale de la localidad de Ozuluama de Mascareñas hacia la Autopista de cuota 180 D dirección oeste, debido a que la Autopista de cuota 180 D Tuxpan -Tampico al oeste del área del **Proyecto**, no tiene conexión de entrada con los polígonos del **Proyecto**. La ubicación exacta del terreno, de acuerdo con las coordenadas del polígono general, se presenta en la tabla a continuación:

Tabla II. 2. Coordenadas del polígono del proyecto WGS84, Zona 14Q.

Nombre	Vértice	X	Y	Nombre	Vértice	X	Y
Área del proyecto	1	619846	2398640	Área del proyecto	27	622680	2397930
Área del proyecto	2	620009	2398600	Área del proyecto	28	622704	2397860
Área del proyecto	3	620187	2398450	Área del proyecto	29	622724	2397850
Área del proyecto	4	620356	2398310	Área del proyecto	30	623424	2398070
Área del proyecto	5	620532	2398170	Área del proyecto	31	623463	2397870
Área del proyecto	6	620709	2398030	Área del proyecto	32	623504	2397860
Área del proyecto	7	620877	2397890	Área del proyecto	33	623617	2397900
Área del proyecto	8	621061	2397740	Área del proyecto	34	623778	2397900
Área del proyecto	9	621236	2397600	Área del proyecto	35	623935	2397360
Área del proyecto	10	621426	2397520	Área del proyecto	36	623680	2397250
Área del proyecto	11	621637	2397440	Área del proyecto	37	623303	2397150
Área del proyecto	12	621785	2397380	Área del proyecto	38	622882	2397150
Área del proyecto	13	621977	2397300	Área del proyecto	39	622576	2397090
Área del proyecto	14	622176	2397230	Área del proyecto	40	622516	2397090
Área del proyecto	15	622178	2397250	Área del proyecto	41	622193	2397110
Área del proyecto	16	622189	2397380	Área del proyecto	42	622193	2397090
Área del proyecto	17	622821	2397460	Área del proyecto	43	622580	2397070
Área del proyecto	18	622831	2397480	Área del proyecto	44	622765	2397100
Área del proyecto	19	622772	2397680	Área del proyecto	45	622878	2397100
Área del proyecto	20	622743	2397690	Área del proyecto	46	622925	2396840
Área del proyecto	21	622466	2397640	Área del proyecto	47	622575	2396840
Área del proyecto	22	622413	2397690	Área del proyecto	48	622539	2396880
Área del proyecto	23	622414	2397790	Área del proyecto	49	622518	2396890
Área del proyecto	24	622400	2397840	Área del proyecto	50	622492	2396880
Área del proyecto	25	622402	2397920	Área del proyecto	51	622444	2396880
Área del proyecto	26	622667	2397940	Área del proyecto	52	622160	2396880

Nombre	Vértice	X	Y	Nombre	Vértice	X	Y
Área del proyecto	53	622166	2397090	Área del proyecto	73	620000	2398580
Área del proyecto	54	622186	2397090	Área del proyecto	74	619844	2398620
Área del proyecto	55	622186	2397110	Área del proyecto	75	619658	2398610
Área del proyecto	56	622166	2397110	Área del proyecto	76	619459	2398600
Área del proyecto	57	622166	2397110	Área del proyecto	77	619279	2398600
Área del proyecto	58	622167	2397110	Área del proyecto	78	619071	2398590
Área del proyecto	59	622167	2397120	Área del proyecto	79	618872	2398580
Área del proyecto	60	622173	2397190	Área del proyecto	80	618645	2398570
Área del proyecto	61	622174	2397200	Área del proyecto	81	618453	2398570
Área del proyecto	62	621969	2397280	Área del proyecto	82	618409	2398430
Área del proyecto	63	621777	2397360	Área del proyecto	83	618389	2398430
Área del proyecto	64	621629	2397420	Área del proyecto	84	618438	2398590
Área del proyecto	65	621419	2397500	Área del proyecto	85	618644	2398600
Área del proyecto	66	621225	2397580	Área del proyecto	86	618872	2398600
Área del proyecto	67	621048	2397720	Área del proyecto	87	619070	2398610
Área del proyecto	68	620864	2397870	Área del proyecto	88	619278	2398620
Área del proyecto	69	620695	2398010	Área del proyecto	89	619458	2398620
Área del proyecto	70	620519	2398150	Área del proyecto	90	619657	2398630
Área del proyecto	71	620343	2398300				
Área del proyecto	72	620174	2398440				

Figura II. 7. Ubicación del proyecto.



En el **Anexo_II_1_Área_proyecto,** se presentan los archivos CVS, KMZ y Shapefile del área del proyecto.

II.1.3.2. Dimensiones del proyecto.

El **Proyecto** se integra con los siguientes componentes:

- Área de paneles solares con un total de 115,500 paneles solares de capacidad de 650.0 Wp que convierten la radiación solar en corriente continua.
- Área de baterías, Sistema de Almacenamiento de Baterías (BESS), por sus siglas en inglés, que está conformado por: los contenedores de baterías y los sistemas de conversión de energía, los cuales almacenan la energía proveniente del parque fotovoltaico y se manda a las celdas de media tensión (34.5 kV) de la subestación elevadora.
- Caminos internos, accesos internos del parque fotovoltaico entre los paneles solares para su mantenimiento.
- 10 Centro de transformación que contienen el equipo necesario para elevar la tensión de la energía proveniente de los inversores de string de baja (800V) a media tensión (34.5kV).
- Línea de transmisión de 115 kV, que transfiere la energía generada de la subestación elevadora hasta la Subestación de la Comisión Federal de Electricidad (**CFE**).
- Subestación eléctrica elevadora de 115 Kv, donde se concentra la energía proveniente de los centros de transformación en media tensión del parque fotovoltaico y del sistema de

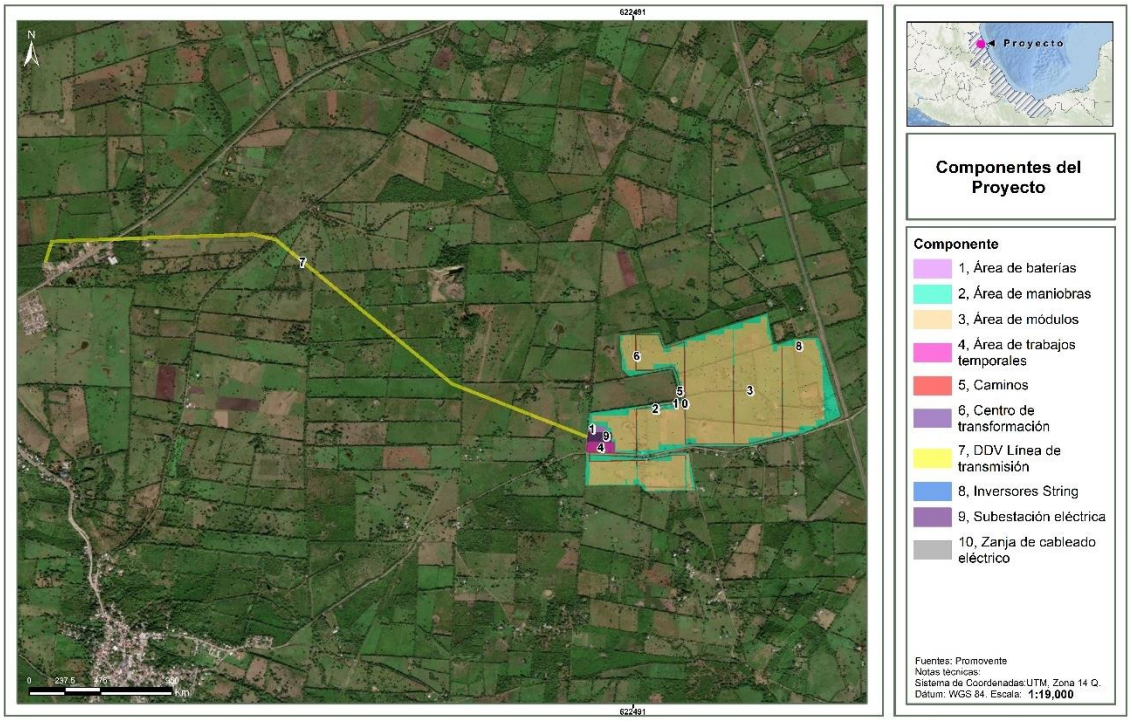
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

conversión de energía del BESS. Para ser inyectada a la red pasando por una etapa de elevación de voltaje de media (34.5 kV) a alta tensión (115kV) mediante el transformador de potencia de la subestación.

- 291 Inversores strings de 330.0 kVA que convierten la energía DC generada por los módulos en corriente AC.
- Zanjas de cableado, sistema de recolección de la energía generada por los paneles solares.
- Área de maniobras.
- Área de trabajos temporales.

En la figura siguiente se muestran los componentes del **Proyecto**.

Figura II. 8. Componentes del Proyecto.



En la tabla siguiente se muestran las superficies de los componentes que integran al **Proyecto**.

Tabla II. 3. Superficie del Proyecto por componentes.

Componente	Tipo de uso de suelo y/o vegetación	Afectación	Sellamiento	Superficie (has)
DDV Línea de transmisión	Agricultura de temporal permanente	Permanente	Sin sellamiento	2.8614
Área de baterías	Pastizal cultivado	Permanente	Con sellamiento	0.5091
Área de maniobras	Pastizal cultivado	Temporal	Sin sellamiento	21.7861
Área de módulos	Pastizal cultivado	Permanente	Sin sellamiento	97.8514

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente	Tipo de uso de suelo y/o vegetación	Afectación	Sellamiento	Superficie (has)
Área de trabajos temporales	Pastizal cultivado	Temporal	Sin sellamiento	1.3421
Caminos internos	Pastizal cultivado	Permanente	Sin sellamiento	2.1911
Centro de transformación	Pastizal cultivado	Permanente	Con sellamiento	0.0297
DDV Línea de transmisión	Pastizal cultivado	Permanente	Sin sellamiento	5.8554
Inversores String	Pastizal cultivado	Permanente	Con sellamiento	0.0255
Subestación eléctrica	Pastizal cultivado	Permanente	Con sellamiento	1.0968
Zanja de cableado eléctrico	Pastizal cultivado	Permanente	Sin sellamiento	0.3557
DDV Línea de transmisión	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	Permanente	Sin sellamiento	0.3484
			Total general	**134.2528**

En el **Anexo_II_2_Componentes** se presentan los archivos CVS, KMZ y Shapefile de cada uno de los componentes del **Proyecto**.

II.1.4. Inversión requerida

La inversión estimada del **Proyecto** se calcula en USD$130,000,000.00, que de conformidad al tipo de cambio del 27 de enero de 2025[7] corresponden a **$2,691,026,000.00 M.N.** Para lo cual se ha destinado un costo para las medidas de mitigación que se indica en la tabla siguiente.

Tabla II. 4. Costo de las medidas de mitigación del Proyecto.

Clave	Medida	Costo $ M.N./año
-	Programa de vigilancia ambiental, incluye un supervisor y un técnico de apoyo	$550,000.00
M1	**Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo** para contratistas y promovente.	$15,000.00
M2	**Actividades de inspección físico - mecánica** para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostensibles.	$10,000.00
M3	**Colocación de sanitarios portátiles** a razón de 1 letrina por cada 20 trabajadores 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 sitios autorizados.	$35,000.00
M4	**Acciones de prevención de derrames de sustancias y combustibles**, consistentes en: • Colocación de material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos. • Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	$100,000.00

[7] $20.7002. El tipo de cambio (FIX) es determinado por el Banco de México con base en un promedio de cotizaciones del mercado de cambios al mayoreo para operaciones liquidables el segundo día hábil bancario siguiente y que son obtenidas de plataformas de transacción cambiaria y otros medios electrónicos con representatividad en el mercado de cambios. El Banco de México da a conocer el FIX a partir de las 12:00 horas de todos los días hábiles bancarios, se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) un día hábil bancario después de la fecha de determinación y es utilizado para solventar obligaciones denominadas en dólares liquidables en la República Mexicana al día siguiente de la publicación en el DOF.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Medida	Costo $ M.N./año
	• El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit anti-derrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles. Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	
M5	**El almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos** (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), será en tambos metálicos con tapa con capacidad de 200 litros con tapa, los cuales serán retirados periódicamente 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.	
M6	**Valorización de residuos**. El personal ambiental contará con personal de apoyo para disponer de los residuos orgánicos en el área donde se elaborará composta, y para realizar la separación de los residuos inorgánicos valorizables tales como cartones, maderas, plásticos, metales y material eléctrico, tales como aquellos provenientes de los mantenimientos de paneles. La separación de los residuos valorizables que sean depositados en centros de recuperación o reciclaje permitirán que uno o más materiales de los residuos puedan ser involucrados en nuevos procesos industriales fuera del área del Proyecto, y con ello disminuir los residuos que serán depositados en sitios de disposición final.	
M7	**Medida de urgente aplicación en materia de residuos**. • Recolección de residuos dispersos en las áreas de trabajo. • Manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial como peligrosos cuando estos se encuentren en contacto con sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. • Sanciones administrativas al personal que se sorprenda realizando un manejo y disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	$1,500,000.00
M8	**Recolección y separación de residuos peligrosos**. El personal que se encuentre realizando actividades en el área del Proyecto tendrá la obligación de recolectar los residuos peligrosos que genere y colocarlos en los contenedores ubicados en el sitio; el personal a cargo asignará a una persona con capacitación previa en manejo de residuos peligrosos, para trasladar los contenedores hacia el almacén temporal de residuos, esta acción será diaria de manera obligatoria.	
M9	**Acondicionamiento de almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP).** El Proyecto contará con un almacén temporal de residuos peligrosos que cumplirá con las condiciones mínimas establecidas por el reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en materia de residuos peligrosos.	
M10	**Se humedecerá el área antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, así como en áreas de terracerías,** con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera.	$7,500.00
M11	**Cumplimiento de los límites máximos permisibles de ruido** establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos.	$45,000.00
M12	El **personal utilizará accesorios y equipos de protección auditiva** durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, conforme a lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.	$10,000.00
M13	**Se establecerán horarios diurnos durante todas las actividades de la obra** y se fijarán límites para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.	$5,000.00
M14	**Quedará estrictamente prohibido almacenar materiales y residuos de cualquier tipo en áreas próximas a cuerpos de agua y escurrimientos** que se encuentren dentro del Proyecto o próximos a este.	$15,000.00
M15	**Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos**, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.	$20,000.00
M16	**Rehabilitación de suelos en áreas de maniobras, de trabajos temporales y en el derecho de vía de la línea de transmisión**, efectuando escarificación una vez finalizada la etapa de construcción.	$50,000.00
M17	**Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea**	$1,500,000.00

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Medida	Costo $ M.N./año
	de transmisión, una vez finalizada la etapa de construcción y llevada a cabo la escarificación de las áreas mencionadas.	
M18	**Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto**, lo anterior con el fin de evitar afectaciones a los componentes fuera del área del Proyecto.	$50,000.00
M19	**El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales** (hachas, machetes y motosierras) **y de manera paulatina.**	$150,000.00
M20	**Se implementarán acciones de reforestación con especies nativas** de la región en una superficie similar a la superficie forestal que resulte afectada.	$200,000.00
M21	**El material vegetal resultante del desmonte durante la preparación del sitio, así como de la poda de vegetación de áreas revegetadas durante la operación y mantenimiento será triturado y dispuesto sobre el suelo como cobertura vegetal**, útil para su protección y mitigación de los procesos erosivos, así como para su reincorporación como materia orgánica (durante la operación se hará la poda de áreas revegetadas para mantenerla como un estrato bajo que no represente un riesgo para la infraestructura eléctrica).	$20,000.00
M22	**Ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre**, con énfasis en las que se encuentran en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies de lento desplazamiento.	$2,500,000.00
M23	**En las áreas de circulación interna se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h**, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada y para evitar el levantamiento de partículas de polvo.	$5,000.00
M24	**Colocación de accesorios, sitios de percha y disuasores de aves en la Línea de transmisión y estructuras.** • Colocación de dispositivos salvapájaros con el fin de incrementar la visibilidad de los cables de la línea de transmisión para el desvío de aves en vuelo. • En estructuras de la línea de transmisión se colocarán los siguientes accesorios: Disuasores de posada o guardapercha. Disuasores de nidificación. Colocación de plataformas de anidación. Colocación de crucetas y aisladores.	$500,000.00
M25	**Colocación de disuasores en el área de paneles solares.** Se colocarán disuasores 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.	$80,000.00
M26	**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.	$35,000.00
M27	**Control de la iluminación.** Se evitará la iluminación del parque siempre que sea posible, utilizando un régimen nocturno reducido a lo imprescindible, se dispondrán de lámparas que emitan luz con longitudes de onda superiores a los 440 nm[8], para evitar la colisión de fauna voladora nocturna como las aves esteparias, las rapaces y los murciélagos. Así mismo, los puntos de luz nunca serán de tipo globo y se procurará que el tipo empleado no disperse el haz luminoso, el cual debe enfocarse hacia abajo.	$75,000.00
M28	**Capacitación y educación ambiental** en materia de manejo de residuos y protección de la biodiversidad, principalmente.	$100,000.00
M29	**Se llevará a cabo la limpieza de las áreas de trabajo al concluir cada una de las etapas del Proyecto**, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas.	$20,000.00
	Total	$7,597,500.00

[8] Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

El **Proyecto** consiste en la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono de un parque solar mediante la instalación de módulos montados sobre una estructura metálica. Los módulos generarán energía eléctrica en corriente directa durante el día, con una potencia pico de **75.1 MW en DC**. Esta energía será convertida a corriente alterna con una potencia nominal de **50.0 MW AC**.

La generación pasará a ser elevada a alta tensión (115 kV) por la subestación (115 kV/34.5 kV) que se ubicarán dentro del mismo polígono del parque.

Los paneles solares contarán con un sistema de seguidores, los cuales forman parte del sistema de montaje o estructura de forma horizontal de un eje (norte-sur) con el fin de incrementar la generación eléctrica durante el día de acorde a la radiación solar.

La subestación de potencia se tiene proyectada operar (115 kV) con una tensión de 34.5 kV, para transmitir la energía a través de la línea de transmisión de alta tensión de 115 kV de aproximadamente de 4.3 kilómetros hacia la Subestación de la CFE.

Tabla II. 5. Características técnicas del PV.

Características principales	Valor
Potencia nominal (AC)	50.0 MWac
Potencia aparente instalada (AC)	62.6 MWac
Potencia pico (DC)	75.1 MWdc
Ratio DC/AC	1.20
Módulos fotovoltaicos (650.0 Wp)	115,500
Centro de transformación (hasta 6600.0 kW)	10
Número de inversores (hasta 330.0 kVA)	291

II.2.1. Módulos fotovoltaicos

Se instalarán 115,500 módulos diseñados específicamente para centrales solares de gran escala, 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 en la tabla siguiente.

Tabla II. 6. Características del módulo fotovoltaico.

Concepto	Datos técnico
Fabricante	Canadian Solar Inc.
Modelo	CS7N-650MS 1500V
Tecnología	Si-mono

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Datos técnico
Tipo de módulo	Monofacial
Máxima tensión	1500 V
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 corto circuito	18.39 A
Coeficiente de potencia	-0.340 %/°C
Coeficiente de tensión	-0,260 %/°C
Coeficiente de corriente	0.050 %/°C
Largo	2384.0 mm
Ancho	1303.0 mm
Grosor	35.0 mm
Peso	35.7 kg

Figura II. 9. Módulo de panel solar modelo CS7N-650MS 1500V.



A. Seguidor en 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:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II. 10. 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 en la tabla siguiente.

Tabla II. 7. Principales características del seguidor de un eje.

Concepto	Datos técnico
Fabricante	ArcelorMittal Exosun
Modelo	A-Motion™
Tecnología	Single row
Configuración	1v (Vertical)
Ángulos límite de seguimiento	+60 / -60 °
Altura del punto más bajo	0.5 m
Diseñados para módulos	Monofacial
Distancia adicional para el motor	0.0 mm
Distancia adicional para la viga de torsión	0.0 mm
Distancia entre módulos en la dirección axial	10.0 mm
Distancia entre módulos en la dirección pitch	0.0 mm

B. Inversores 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. 11. Inversor SUN2000-215KTL-H0.



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

Tabla II. 8. Datos generales del inversor.

Concepto	Datos técnicos
Fabricante del inversor	Huawei Technologies
Modelo del inversor	SUN2000-215KTL-H0
Tipo	String
Máxima eficiencia de conversión de DC a AC	98.83%
Rango de búsqueda MPPT	500 – 1500 V
Tensión máxima de entrada	1500 V
Potencia nominal	215.0 kVA
Potencia máxima	215.0 kVA
Potencia Nominal (ficha técnica)	200.0 kVA
Tensión de salida	800 V
Frecuencia de salida	60 Hz

Tabla II. 9. Número de inversores.

Inversores	Cantidad	Entradas DC	Potencia DC	Ratio DC/AC
SUN2000-215KTL-H0 (215 kWac)	224	13 strigns	254 kW	1.179
SUN2000-215KTL-H0 (215 kWac)	67	14 strigns	273 kW	1.270

C. 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. 12. Transformador de potencia.



D. Centro de transformación

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. 13. 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. 10. Características del centro de transformación.

Concepto	Datos técnico
Relación de transformación	0.8/34.5 kV
Sistema de refrigeración	ONAN

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Datos técnico
Cambiador de tomas	2.5%, 5%, 7.5%, 10%
Servicio	Indoors

Tabla II. 11. Centros de transformación de acuerdo a su configuración en AC.

Centros de transformación	Cantidad	Número de inversores	Configuración de los transformadores	Impedancia de corto circuito (Zcc)
1	9	30 (6.45 MVA)	1 transformador de tres devanados de 6.45 MVA	0.080
2	1	21 (4.515 MVA)	1 transformador de dos devanados de 4.515 MVA	0.080

Los distintos tipos de centros de transformación de acuerdo al campo DC asociado a los mismos se muestran en la tabla siguiente.

Tabla II. 12. Centros de transformación de acuerdo al campo DC asociado.

Centros de transformación	Cantidad	Número de inversores	Potencia AC	Potencia DC	Ratio DC/AC
1	6	30	6.45 MW	7.741 MW	1.200
2	1	30	6.45 MW	7.741 MW	1.200
3	1	30	6.45 MW	7.741 MW	1.200
4	1	30	6.45 MW	7.722 MW	1.197
5	1	21	4.515 MW	5.421 MW	1.201

E. 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. 13. Características principales de la configuración eléctrica.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Características principales	Valor
Potencia nominal de la planta	50.0 MWac
Potencia aparentemente instalada	62.60 MWac
Potencia pico de la planta	75.1 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 3 líneas de media tensión.

F. 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 mm^2 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. 14. Resumen de las secciones de cable seleccionadas.

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

G. 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. 15. Obras civiles.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

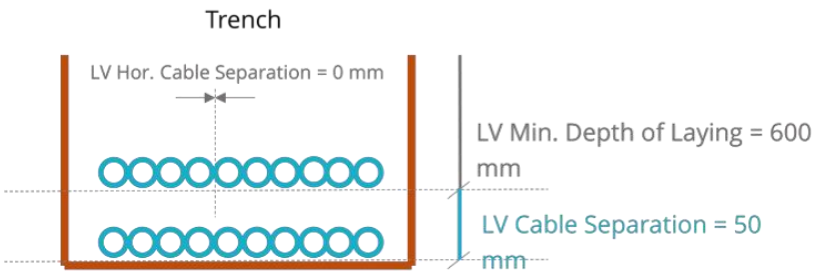
Características principales	Valor
Distancia entre filas (Pitch)	6.5 m
Distancia entre filas consecutivas	0.5 m
Ancho de camino	4.0 m
Sección máxima de zanjas BT	0.8 m^2
Sección máxima de zanjas MT	1.6 m^2

Para el diseño de la planta fotovoltaica bajo estudio, viales de 4.0 m han sido utilizados. Estos viales suponen una distancia total de 5,786.11 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 de vallado rodea las diferentes áreas de la planta fotovoltaica. El vallado tiene 2.0 m de altura y 3.0 m entre postes. 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. Cada 100.0 m de vallado, un poste para videocámaras de 6.0 m de altura será instalado.

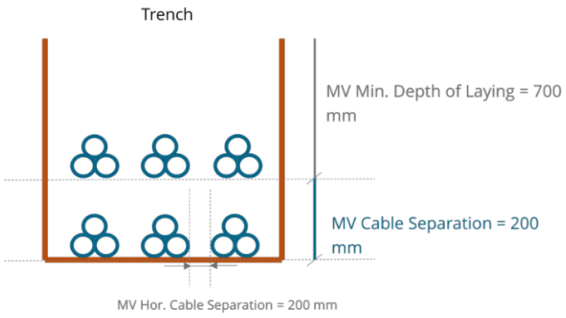
Los cables de baja tensión entre los inversores de string y los centros de transformación han sido enterrados directamente en zanjas. Las zanjas pueden incluir varias filas de cables. Las zanjas de baja y media tensión están separadas. La profundidad mínima de los cables de baja tensión es 600.0 mm. Estos cables están pegados horizontalmente, pero tienen una separación de 50.0 mm en vertical.

Figura II. 14. 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. 15. 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. 16. Secciones transversales de las zanjas.

Tipo de zanja	Sección transversal
Zanja de baja tensión	400.0 x 1000.0 mm
Zanja de baja tensión	800.0 x 1000.0 mm
Zanja de media tensión	800.0 x 1000.0 mm
Zanja de media tensión	400.0 x 1000.0 mm
Zanja de media tensión	800.0 x 1500.0 mm

H. 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 6 centros de transformación con una potencia nominal total de 6.0 MW y una energía instalada de 12.0 MWh, resultando en una capacidad de almacenamiento de 2.0 horas de descarga.

Tabla II. 17. Características del sistema de almacenamiento.

Características	Valor
Características principales contenedor	
Modelo	LUNA2000-2.0MWH-1H0
Tensión nominal	1200 Vdc
Capacidad nominal	2064 kW
Rango de temperatura de operación	-30 °C a 55 °C
Temperatura de Almacenamiento Baterías	-40°C ~ 60°C
Peso	≤ 30 ton
Dimensiones de contenedor (W x H x D)	6058 X 2896 X 2438 mm
Características Battery Pack	
Material de celda	LFP
Configuración del paquete	16S 1P

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Características	Valor
Tensión nominal	51.2 V
Capacidad nominal	320 Ah / 16.38 kWh
Carga y descarga admitida	≤ 1 C
Peso	≤ 140 kg
Dimensiones contenedor (Wx H x D)	442 x 307 x 660 mm

Figura II. 16. Ejemplo de un sistema de almacenamiento mediante baterías.



Figura II. 17. Ejemplo de un battery pack.



II.2.2. Subestación de 115 kV

El **Proyecto** contará con una subestación con capacidad de 68.57 MVA, la cual estará operando de manera redundante de acuerdo con la demanda de energía. Estará enviando la energía generada a la subestación de CFE en el municipio de Caborca.

La subestación a la intemperie 115 kV/34.5, estará ubicada en la parte este del predio del parque fotovoltaico. Las características de la subestación de 115 kV del sistema de alta tensión, transformadores y sistema de media tensión se muestran a continuación.

Tabla II. 18. Características del sistema de alta tensión.

Características principales	Valor
Tensión nominal	115.0 kV
Tensión más elevada para el material	123.0 kV

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Características principales	Valor
Intensidad de cortocircuito trifásico	31.5 kA
Instalación	Intemperie
Tecnología	Aislamiento en aire
Configuración	Línea transformador
Número de calles de transformador	1
Número de calles de salida	1

Tabla II. 19. Características de los transformadores.

Transformador	Relación de transformación	Capacidad	Impedancia de corto circuito	Índice horario
1	115.0 / 34.5 kV	70.0 MVA	12.5 %	Ydn11

En total, una celda primaria de media tensión conecta la planta fotovoltaica a la subestación. Las características del sistema 34.5 kV de media tensión se presentan a continuación.

Tabla II. 20. Características del sistema de media tensión.

Características principales	Valor
Tensión nominal	34.5 kV
Tensión más elevada para el material	36.0 kV
Intensidad de cortocircuito trifásico	25.0 kA
Instalación	Interior
Tecnología	SF6
Configuración	Simple Barra
Celdas primarias de media tensión	1
Celdas de salida (hacia transformadores)	1
Celdas de entrada	5
Celdas auxiliares	1
Celdas de medición	1 por sistema de MT

A. Características medioambientales

Las condiciones medioambientales se muestran en la tabla siguiente. Estos datos han sido utilizados para calcular diferentes módulos de la subestación como por ejemplo las dimensiones de las barras, el tipo de aislador o las fuerzas que afectan al embarrado.

Tabla II. 21. Características medioambientales del emplazamiento.

Características principales	Valor
Altitud	69.42 m.a.m.s.l.
Temperatura máxima	39.5 °C
Temperatura media	25.22 °C
Temperatura mínima	8.8 °C
Nivel de contaminación	Medio

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Características principales	Valor
Línea de fuga mínima	30 mm/kV
Velocidad del viento máxima	120 km/h
Presión de aire	70 daN/m^2

B. Corrientes de corto circuito

Los niveles de cortocircuito que se han considerado a la hora de realizar el diseño eléctrico de la subestación pueden verse en la tabla siguiente.

Tabla II. 22. Niveles de cortocircuito.

Tensiones nominales del sistema	Niveles de corto circuito
115.0 kV	31.5 kA
34.5 kV	25.0 kA

C. Coordinación del aislamiento

Los valores de aislamiento que se han adoptado para el estudio del equipo eléctrico y las distancias mínimas de despeje se presentan en la tabla siguiente.

Tabla II. 23. Valores de coordinación de aislamiento del primario.

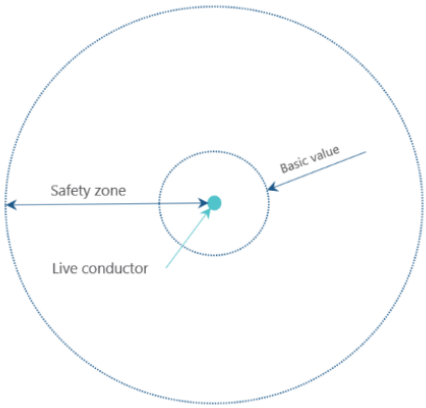
Características principales	Valor
Tensión soportada a impulso tipo de rayo	550 kV
Tensión soportada a impulso de corta duración a frecuencia industrial (fase tierra)	230 kV
Tensión soportada a impulso de corta duración a frecuencia industrial (fase fase)	230 kV

D. Distancias mínimas de seguridad

La distancia de seguridad es la mínima distancia que debería mantenerse entre la aparamenta de la subestación. Esta se compone de dos valores: Un valor básico que está relacionado con el nivel de aislamiento a impulso tipo rayo. Una distancia de seguridad que servirá para proteger al personal durante trabajos de mantenimiento. Esta distancia considera la zona de paso de las personas encargadas de la correcta operación y mantenimiento de la subestación. La figura siguiente muestra la relación entre el valor básico y la distancia de seguridad para el personal de la subestación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II. 18. La distancia de seguridad es la suma del valor básico y la zona de seguridad para el personal



Valor básico

Tras el cálculo de la tensión de impulso tipo rayo, se obtienen las siguientes distancias de despeje:

- Fase-tierra 115.0 kV: 1.1 m.
- Fase-fase 115.0 kV: 1.1 m.

El efecto de la altitud sobre el nivel del mar está considerado.

Zona de seguridad para el personal

Las distancias de seguridad tienen que estar calculadas de forma que se faciliten las maniobras de equipo de mantenimiento de la subestación. El siguiente criterio se ha adoptado para todos los niveles de tensión de la subestación:

- La altura de la persona con los brazos levantados es 2.25 m.
- La altura de la persona cuando eleva los brazos sobre un plano de trabajo perpendicular a su eje es 1.25 m.
- El largo de la persona cuando sus brazos están estirados es 1.75 m.

Distancias mínimas de seguridad

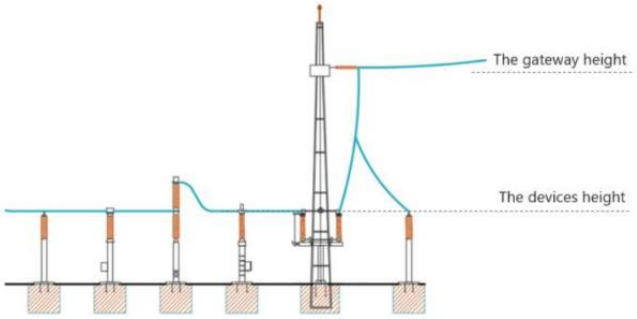
Los conductores estarán dispuestos conforme a que cumplan las siguientes alturas en el lado de 115.0 kV:

- La conexión entre la aparamenta en el parque de la subestación se hará a una altura de 3.46 m respecto al nivel del suelo.
- La línea de salida se eleva 9.46 m.

Las alturas mínimas de seguridad se muestran en la figura siguiente.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II. 19. Las alturas mínimas de seguridad.

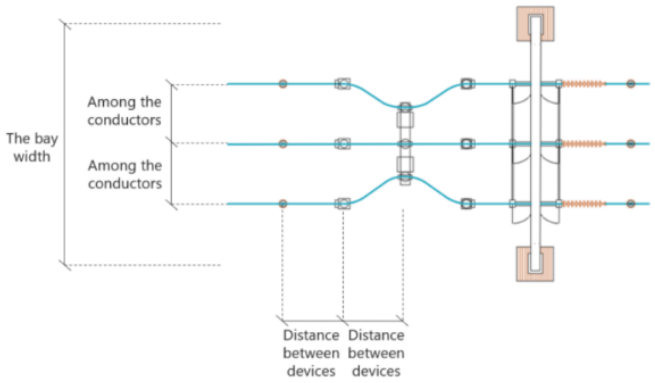


Los siguientes valores de separación se mantendrán para ubicar la aparamenta de la subestación:

- Las fases de los conductores están separadas 3.0 m unas con respecto a las otras.
- La anchura de la calle es 12.0 m. Esta distancia también es la anchura del embarrado y el pórtico de salida de línea.

La aparamenta debe mantener un mínimo de 3.0 m con otro elemento en la dirección de la calle.

Figura II. 20. Las distancias mínimas de seguridad.



E. Sistema de alta tensión

La subestación simple barra de 115.0/34.5 kV está formada por 1 calle de transformador, 1 calle de línea de salida y un sistema de 34.5 kV compuesto por 1 celda de media tensión que conectan la planta FV a la subestación.

Los equipos principales que se han usado para diseñar el parque de la subestación son:

Los interruptores son mecanismos que permiten conectar y desconectar los circuitos eléctricos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II. 21. Un ejemplo de interruptor (Fuente: ABB).



Los seccionadores se utilizan para aislar partes del circuito de la subestación durante el mantenimiento. Estos, son usados para controlar la corriente que fluye por los circuitos eléctricos. Operan cuando los interruptores están abiertos.

Figura II. 22. Un ejemplo de seccionador (Fuente: ABB).



Los transformadores de medición que son tanto transformadores de tensión como de intensidad. Se utilizan para reducir la corriente y la tensión a niveles que pueden medirse con otros dispositivos. Estos transformadores son clave para habilitar las medidas de protección en el circuito contra corrientes de falta.

Figura II. 23. Un ejemplo de transformador de medición (Fuente: ABB).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Los transformadores de potencia que elevan la tensión desde niveles de media hasta niveles de alta tensión.

Figura II. 24. Un ejemplo de transformador de potencia (Fuente: GE).



El sistema de puesta a tierra (P.A.T) limita las corrientes de falta que podrían fluir por el neutro del transformador de potencia. Este dispositivo está formado por un transformador en zig-zag a modo de reactancia y seguido por una resistencia de puesta a tierra. El objetivo es proteger al personal contra valores inusuales de sobre tensiones, especialmente durante cortocircuitos, descargas de rayos, etc.

Los pararrayos limitan las sobretensiones que afectan a los sistemas eléctricos, especialmente para proteger a los transformadores. También, se ubican a la salida de las líneas de la subestación.

Figura II. 25. Un ejemplo de pararrayos (Fuente: ABB).



Las celdas de media tensión, que contienen el equipo necesario para conectar las líneas provenientes de la planta fotovoltaica hasta el transformador de potencia.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II. 26. Un ejemplo de líneas de media tensión (Fuente: Ormazabal).



F. Equipo de alta tensión - Posición de línea

Las posiciones de línea de salida de la subestación están equipadas con la siguiente aparamenta:

- Tres (3) pararrayos.
- Tres (3) transformadores de tensión
- Un (1) seccionador de puesta a tierra.
- Un (1) set de tres transformadores de intensidad.
- Un (1) interruptor.
- Tres (3) pararrayos para proteger el devanado primario del transformador de potencia.

Las posiciones de líneas son aquellos sistemas que conectan la subestación con la red eléctrica. Se tratan de las líneas que salen de la subestación directamente a la transmisión o distribución eléctrica.

F.1. Seccionadores

Las principales características de los seccionadores que están ubicados en las posiciones de línea se muestran en la tabla siguiente.

Tabla II. 24. Principales características de los seccionadores.

Características principales	Unidad
Tipo	Seccionador tripolar de exterior
Frecuencia nominal	60 Hz
Tensión nominal	115.0 kV
Tensión más elevada de la red	123.0 kV
Intensidad nominal	1250.0 A
Corriente de corta duración admisible asignada	31.5 kA
Valor de cresta de corriente admisible asignada	81.9 kA

F.2. Interruptores

Las principales características de los interruptores que se instalan en las posiciones de línea se muestran a continuación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II. 25. Principales características de los interruptores.

Características principales	Unidad
Tipo	Interruptor exterior tripolar de potencia
Medio aislante	Aire
Frecuencia nominal	60 Hz
Tensión nominal	115.0 kV
Tensión más elevada de la red	123.0 kV
Intensidad nominal	1250.0 A
Poder de corte asignado en cortocircuito	31.5 kA
Poder de cierre asignado en cortocircuito	81.9 kA

F.3. Transformadores de intensidad

Los transformadores de intensidad de devanados secundarios están equipados con un núcleo para medida y dos núcleos para protección. Las principales características de estos equipos localizados en la posición del transformador se muestran en la tabla siguiente.

Tabla II. 26. Principales características de los transformadores de intensidad.

Características principales	Unidad
Tipo	Transformador de intensidad con tres devanados secundarios
Frecuencia nominal	60 Hz
Tensión nominal	115.0 kV
Tensión más elevada de la red	123.0 kV
Relación de transformación	500.0/5.0-5.0-5.0 A
Corriente térmica en funcionamiento continuo	31.5 A
Corriente térmica de corta duración	81.9 kA
Número de devanados secundarios	3
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	15.0 VA, Cl 0.2s
Potencia de salida y clase de precisión (Segundo núcleo)	30.0 VA, Cl 5P
Potencia de salida y clase de precisión (Tercer núcleo)	30.0 VA, Cl 5P

F.4. Transformadores de tensión

Para el **Proyecto** se escogieron transformadores de tensión inductivos. Los transformadores cuentan con un devanado secundario para medición y los otros dos devanados cumplen funciones de protección. Sus principales características eléctricas son las siguientes.

Tabla II. 27. Principales características de los transformadores de tensión.

Características principales	Unidad
Tipo	Transformador de tensión con tres devanados secundarios
Frecuencia nominal	60 Hz
Relación de transformación	115.0:√3 / 0.11 / 0.11 / 0.11 kV
Número de devanados secundarios	3
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	25.0 VA, Cl 0.2
Potencia de salida y clase de precisión (Segundo núcleo)	100.0 VA, Cl 3P
Potencia de salida y clase de precisión (Tercer núcleo)	100.0 VA, Cl 0.5-3P

F.5. Pararrayos

Las principales características de los pararrayos que protegen las líneas de salida se presentan a continuación.

Tabla II. 28. Características principales de los pararrayos del sistema de AT.

Características principales	Unidad
Tensión de aislamiento	123.0 kV
Tensión asignada	108.0 kV
Tensión de funcionamiento continuo	78.0 kV
Sobretensión temporal (10s)	112.0 kV
Nivel de protección a impulso de tipo maniobra	223.0 kV
Nivel de protección a impulso de tipo rayo (10kA)	254.0 kV
Nivel de protección a impulso de tipo rayo (20kA)	280.0 kV
Corriente nominal de descarga	10.0 kA

G. Sistema de alta / Media Tensión – transformador de potencia

Los transformadores de potencia elevan la tensión de las líneas de media de la planta FV para obtener una mayor eficiencia a la hora de transmitir o distribuir la electricidad. El transformador de potencia instalado es un transformador de dos devanados. Las principales características de los transformadores de potencia se presentan en la siguiente tabla.

Tabla II. 29. Las principales características del transformador.

Transformador	Relación de transformación	Capacidad	Impedancia de corto circuito	Índice horario
1	115.0 / 34.5 kV	70.0 MVA	12.5 %	Ydn11

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

H. Sistema PAT

El sistema de puesta a tierra se compone de una reactancia y una resistencia. La reactancia de puesta a tierra consiste en un transformador en zig-zag. Sus características se muestran en la tabla siguiente.

Tabla II. 30. Los componentes del sistema de puesta a tierra.

Características principales	Unidad
Reactancia	
Corriente a tierra	800.0 A
Reactancia PAT por fase	8.0 Ω
Tiempo de falta	10.0 s
Resistencia	
Resistencia PAT	24.9 Ω
Seccionador	
Intensidad nominal	1600.0 A
Transformador de intensidad	
Intensidad nominal en el primario	1500.0 A
Intensidad nominal en el secundario	5.0 A

I. Pararrayos sistema de MT

Las principales características del pararrayos que protege el devanado de media tensión del transformador, se muestran en la tabla siguiente.

Tabla II. 31. Principales características del pararrayos en el sistema de MT.

Características principales	Unidad
Tensión de aislamiento	36.0 kV
Tensión asignada	30.0 kV
Tensión de funcionamiento continuo	24.0 kV
Sobretensión temporal (10s)	30.9 kV
Nivel de protección a impulso de tipo maniobra	67.2 kV
Nivel de protección a impulso de tipo rayo (10kA)	77.7 kV
Nivel de protección a impulso de tipo rayo (20kA)	87.1 kV
Corriente nominal de descarga	10.0 kA

J. Sistema de media tensión

Un sistema de 34.5 kV formado por 1 celda/s de media tensión conecta la planta fotovoltaica a la subestación. Un sistema de barra simple se ha elegido para las celdas de media tensión aisladas por gas. Sus características más importantes se presentan en la tabla siguiente.

Tabla II. 32. Principales características de la barra del sistema de Media Tensión.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Características principales	Unidad
Tensión nominal	34.5 kV
Intensidad nominal	1600.0 A
Corriente de cortocircuito	25.0 kA
Frecuencia nominal	60 Hz

Este sistema de Media Tensión está formado por un grupo de celdas cuya función se presenta a continuación.

J.1. Celdas de Media Tensión para las líneas de entrada

Estas celdas están equipadas con:

- Un (1) seccionador a tierra de tres posiciones.
- Un (1) interruptor.
- Un (1) set de tres transformadores de corriente.

Las principales características de las celdas para líneas de entrada se presentan en la tabla siguiente.

Tabla II. 33. Principales características de las celdas de líneas de entrada.

Características principales	Unidad
Seccionador	
Intensidad nominal	630.0 A
Interruptor	
Intensidad nominal	630.0 A
Transformador de intensidad	
Intensidad nominal del primario	600.0 A
Intensidad nominal del secundario	5.0 A
Número de devanados secundarios	1
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	15.0 VA, Cl 0.2s

J.2. Celdas de MT para las líneas de salida

Estas celdas están equipadas con:

- Un (1) seccionador a tierra de tres posiciones.
- Un (1) interruptor.
- Un (1) set de tres transformadores de corriente.

Las principales características de las celdas para líneas de salida se presentan en la tabla siguiente.

Tabla II. 34. Principales características de las celdas de líneas de salida.

Características principales	Unidad
Seccionador	
Intensidad nominal	1600.0 A
Interruptor	
Intensidad nominal	1600.0 A
Transformador de intensidad	
Intensidad nominal del primario	1500.0 A
Intensidad nominal del secundario	5.0 A
Número de devanados secundarios	1
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	15.0 VA, Cl 0.2s

J.3. Celdas de MT para medición

Estas celdas están equipadas con:

- Un (1) seccionador a tierra de tres posiciones.
- Un (1) transformador de tensión.

Las principales características de las celdas para medición se presentan en la tabla siguiente.

Tabla II. 35. Principales características de las celdas para medición.

Características principales	Unidad
Seccionador	
Intensidad nominal	630.0 A
Transformador de tensión	
Relación de transformación	34.5:√3 /0.11/0.11 kV
Número de devanados secundarios	2
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	25.0 VA, Cl 0.2
Potencia de salida y clase de precisión (Segundo núcleo)	100.0 VA, Cl 3P

J.4. Celdas de MT para servicios auxiliares

Esta celda está diseñada para conectar el transformador de servicios auxiliares de la subestación. Está equipada con:

- Un (1) seccionador a tierra de tres posiciones.
- Un (1) interruptor.

Las principales características de las celdas para los sistemas auxiliares se presentan en la tabla siguiente.

Tabla II. 36. Principales características de las celdas para los servicios auxiliares.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Características principales	Unidad
Seccionador	
Intensidad nominal	630.0 A
Interruptor	
Intensidad nominal	630.0 A
Transformador auxiliar	
Tensión devanado primario	34.5 kV
Tensión devanado secundario	0.4 kV
Capacidad	100.0 kW

J.5. Cables

Los cables que conectan las celdas de media tensión con los transformadores de potencia se caracterizan como muestra la tabla a continuación.

Tabla II. 37. Características de los cables.

Sección	Material conductor	Material aislante	Tipo de instalación
400 mm^2	Al	XLPE	Directamente enterrado

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 dimensionar la sección de los cables, los criterios de corriente máxima admisible, caída de tensión y de cortocircuito se han considerado.

II.2.3. Líneas de transmisión de 115 kV

La línea de transmisión de 115 kV transportará 68.57 MVA. La LT contará con una longitud aproximada de 4.3 km que partirá de la subestación de 115/34.5 kV conectándose a la Subestación de **CFE** del municipio de Ozuluama de Mascareñas, del derecho de vía de 21 metros con un par de postes que saldrá de la subestación elevadora del PV Chabacanes hasta la subestación de **CFE**.

Tabla II. 38. Características generales de la línea aérea.

Características principales	Unidad
Tensión nominal	115.0 kV
Tensión máxima	123.0 kV
Capacidad	68.57 MVA
Frecuencia	60 Hz
Longitud	4.3 m
Tipo de línea	Transmisión aérea
Disposición de los circuitos	Simple, Vertical
Conductores por circuito	1
Número de cables a tierra	1
Tipo de conductor de fase	477 KCM ASCR

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Características principales	Unidad
Tipo de aislador en suspensión	Long rod
Tipo de aislador en amarre	Long rod
Tipo de apoyo	Torre de celosía
Número de apoyos	21

En total, 21 torres conectarán los conductores transmisión hasta el punto de interconexión. Las coordenadas de cada torre en UTM están listadas en tabla siguiente.

Tabla II. 39. Coordenadas de las torres de la LT de 115 kV.

Torre	X	Y
1	621973.01	2397294.172
2	621780.788	2397369.665
3	621632.776	2397427.789
4	621422.52	2397510.365
5	621230.543	2397585.765
6	621054.283	2397729.956
7	620870.375	2397880.401
8	620702.103	2398018.065
9	620525.853	2398162.25
10	620349.596	2398306.437
11	620180.685	2398444.618
12	620004.435	2398588.797
13	619845.436	2398626.288
14	619657.267	2398619.78
15	619458.346	2398612.909
16	619278.362	2398606.687
17	619070.616	2398599.502
18	618871.898	2398592.635
19	618644.249	2398584.766
20	618445.448	2398575.624
21	618398.998	2398428.997

A. Consideraciones medioambientales

Las condiciones medioambientales se muestran en la tabla siguiente. Se han utilizado para calcular algunos elementos importantes de la línea aérea como el tipo de conductor y de aislador, las catenarias de los conductores de fase y del cable de tierra, además de los esfuerzos en los apoyos.

Tabla II. 40. Condiciones medioambientales del emplazamiento.

Características principales	Unidad
Altitud	65.04 m.a.m.s.l.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Características principales	Unidad
Temperatura máxima	85 °C
Temperatura media	15 °C
Temperatura mínima	-5 °C
Nivel de contaminación	Medio
Línea de fuga específica	20 mm/kV
Velocidad máxima del viento	120 km/h
Espesor máximo del hilo	30 mm
Densidad máxima del hielo	900 kg/m^3

B. Coordinación de aislamiento

Los valores de coordinación de aislamiento que se han adoptado para seleccionar el aislador y calcular las distancias de seguridad se presentan en la tabla siguiente.

Tabla II. 41. Valores de coordinación de aislamiento.

Características principales	Unidad
Sobretensión de frente rápido	433.2 kV
Sobre tensión de frente lento	316.8 kV
Tensión a frecuencia industrial	183.9 kV
Tensión estadística de frente lento	160.7 kV

C. Distancias mínimas

Las distancias mínimas se componen de dos valores:

- Una distancia eléctrica entre conductores de fase y entre conductores y cables de tierra.
- Una distancia eléctrica entre conductores de fase y objetos puestos a tierra, en este caso torres.

Después del cálculo de la tensión de impulso tipo rayo, se han obtenido las siguientes distancias mínimas:

- Distancia fase-tierra: 1.0 m.
- Distancia fase-fase: 1.15 m.

Para estas distancias, el efecto de la altitud sobre el nivel del mar ha sido considerado.

D. Distancias mínimas en los vanos

Las distancias mínimas en los vanos se calculan en base a las distancias eléctricas y se diseñan con el fin de evitar arcos eléctricos entre los conductores bajo la acción del viento. Estas distancias son las siguientes:

- Distancia fase-tierra en el vano.
- Distancia fase-fase en el vano.

Las distancias máximas por cantón en la línea se muestran en la tabla siguiente.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II. 42. Distancias máximas en el vano.

Cantón	Distancia fase-fase (m)	Distancia fase-tierra (m)
1	2.71	2.60
2	2.72	2.61
3	2.72	2.60
4	2.72	2.61
5	2.44	2.33

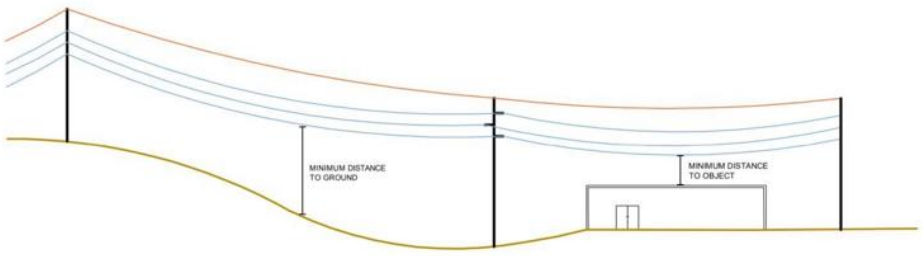
E. Distancias mínimas de seguridad

Las distancias mínimas de seguridad son aquellas que deberán mantenerse con respecto a los conductores de fase en el perímetro de la línea aérea. Las distancias de seguridad están compuestas por estos dos valores:

- La distancia al suelo, que está relacionada con la distancia eléctrica fase-tierra de la línea. Representa la distancia mínima entre el conductor más bajo y el terreno. Por ello, el conductor más bajo deberá encontrarse por lo menos a 6.0 m del suelo.
- La distancia a objeto, que representa la distancia mínima de seguridad entre la línea y un posible objeto presente a lo largo de la línea. Por ello, los conductores de los apoyos no deberán encontrarse a menos de 11.0 m de cualquier objeto.

Las distancias mínimas de seguridad de la línea aérea se muestran en la figura siguiente.

Figura II. 27. Distancias mínimas de seguridad.



F. Características de la línea

La línea transmisión de 115.0kV tiene un circuito Simple para transportar una capacidad de 68.57 MVA. La línea tiene 4,316.8 m de longitud y está compuesta por 5 cantones que determinan las desviaciones de la línea.

F.1. Cantones

Los cantones de la línea se presentan en la tabla siguiente junto con sus correspondientes vanos de regulación, sus apoyos al principio y al final de cada cantón, y sus longitudes totales.

Tabla II. 43. Cantones de la línea.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

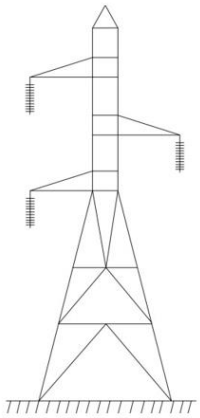
Cantón	Coordenadas de inicio	Coordenadas del final	Vano de regulación (m)
1	{622,180.7; 2,397,213}	{621,230.5; 2,397,585.8}	208.14 m
2	{621,230.5; 2,397,585.8}	{620,004.4; 2,398,588.8}	226.57 m
3	{620,004.4; 2,398,588.8}	{619,845.4; 2,398,626.3}	163.36 m
4	{619,845.4; 2,398,626.3}	{618,445.4; 2,398,575.6}	201.61 m
5	{618,445.4; 2,398,575.6}	{618,399; 2,398,429}	153.81 m

F.2. Torres

La línea aérea tiene 21 torres en total, 16 de ellos son torres de suspensión, 4 son torres de amarre en ángulo y un apoyo de fin de línea. Los apoyos en suspensión se posicionan a lo largo de un recorrido recto y los apoyos de amarre en ángulo están sujetos a mayor tensión debido a un ángulo de desviación de la línea.

El tipo de apoyo de esta línea es torre de celosía con una disposición de circuitos vertical. El apoyo seleccionado se muestra en la figura siguiente.

Figura II. 28. Ilustración de la torre de la línea.



F.3. Conductores

El conductor de fase de 115.0kV que ha sido seleccionado para la línea es de ACSR 477 KCM, las consideraciones eléctricas consisten en el gradiente de tensión, la corriente máxima admisible y la caída de tensión máxima.

Tabla II. 44. Características del conductor.

Características principales	Unidad
Denominación	477 KCM
Composición	ACSR
Hilos	26x7
Diámetro total	21.64 mm
Peso nominal	973 Kg/km

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Características principales	Unidad
Área de la sección transversal acero	39.33 mm^2
Área de la sección transversal aluminio	241.70 mm^2
Carga de rotura	87 kN
Resistividad (AC)	0.03 Ω/Km
Elasticidad	67.7 N/mm^2
Resistencia (AC)	0.119 Ω/Km
Corriente máxima admisible	0.708 kA
Gradiente de tensión	9.59 kV/cm

Además, la línea tiene una disposición en haz de un conductor por fase. La longitud del conductor de la línea es 4,343 m.

Figura II. 29. Ilustración del conductor de la línea (Fuente: Southwire).



F.4. Cables de tierra

La línea aérea de 115.0 kV está protegida por 1 cables de tierra de tipo OPGW-2S 1/48B1 (0/165-213.7), cuyas características se muestran a continuación.

Tabla II. 45. Cable de tierra.

Características principales	Unidad
Denominación	OPGW-2S 1/48B1 (0/165-213.7)
Número de fibras	48
Diámetro total	17.2 mm
Masa unitaria	0.7960 Kg/m
Carga de rotura	106,300.00 N
Sección	1.65 cm2
Coeficiente de expansión térmica	0.000016 °C−1
Elasticidad	10.9 N/mm^2
Resistencia [AC]	0.27 Ω/km
Capacidad de cortocircuito	213.70 kA2/s-1

Figura II. 30. Ilustración del cable de tierra de la línea (Fuente: Faso).



F.5. Aisladores

La línea aérea de 115.0 kV está aislada con 1 aislador por fase de tipo long rod para los apoyos en suspensión, y de amarre. Los aisladores seleccionados soportan tanto los impulsos tipo rayo como las tensiones a frecuencia industrial bajo lluvia.

Tabla II. 46. Características del aislador de suspensión.

Características principales	Unidad
Denominación	U160BS
Longitud	1.17 m
Diámetro total	280.0 mm
Masa total	49.60 Kg
Carga mínima de rotura	160000.0 N
Número de elementos	8
Impulso kV tipo rayo	620.0 kV
Frecuencia industrial bajo lluvia	280.0 kV
Línea de fuga	2.52 m

Tabla II. 47. Características del aislador de amarre.

Características principales	Unidad
Denominación	U160BS
Longitud	1.17 m
Diámetro total	280.0 mm
Masa total	49.60 Kg
Carga mínima de rotura	160000.0 N
Número de elementos	8
Impulso kV tipo rayo	620.0
Frecuencia industrial bajo lluvia	280.0 kV
Línea de fuga	2.52 m

Figura II. 31. Ilustración de un aislador de la línea (Fuente: NGK).



II.3 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 años.

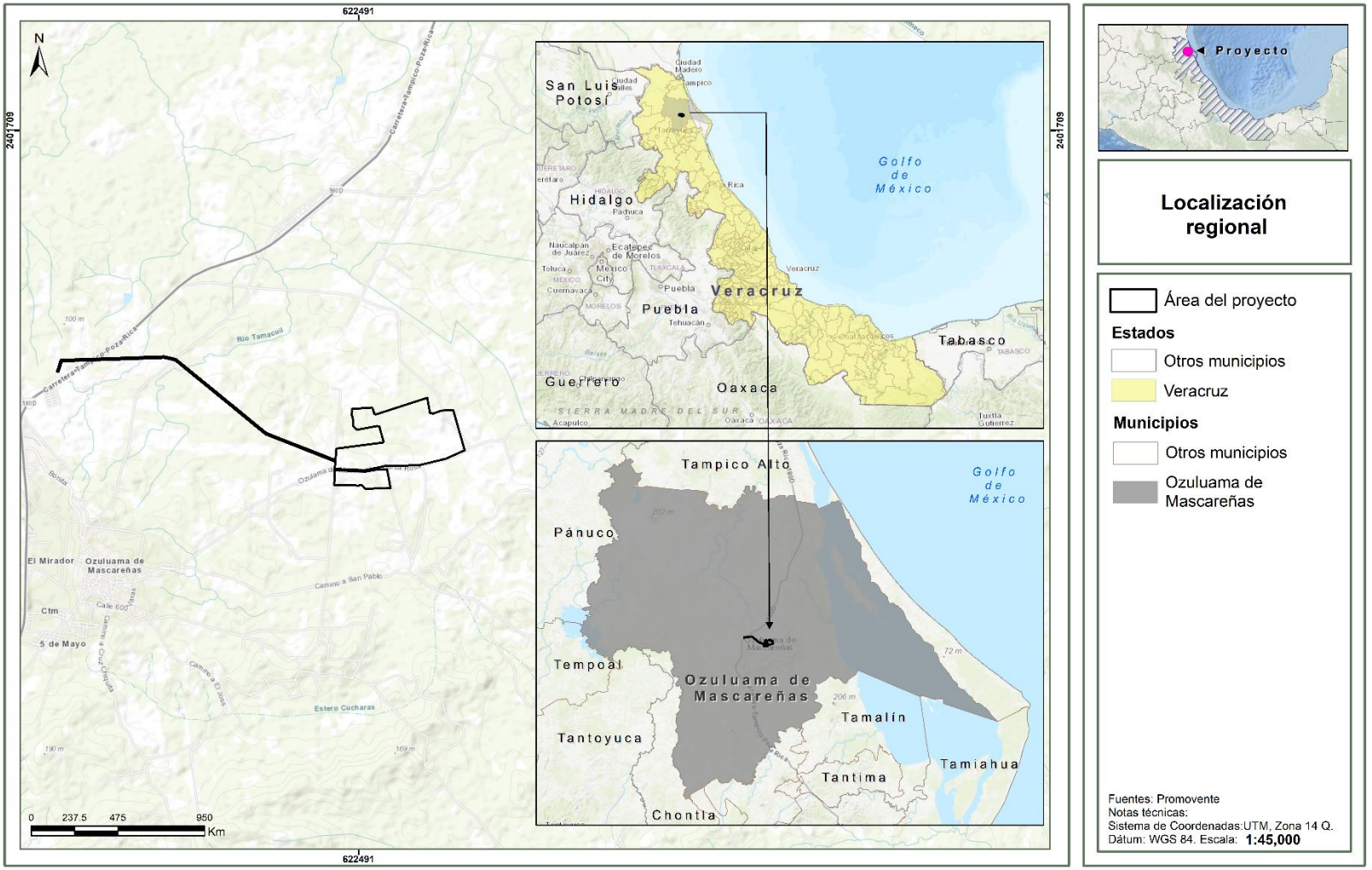
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II. 48. 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																																				
Desmonte y despalme																																				
Trazo y nivelación																																				
Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones																																				
Cortes																																				
Rellenos																																				
Construcción																																				
Parque fotovoltaico																																				
Obra civil																																				
Obra electromecánica																																				
Subestación eléctrica																																				
Obra civil																																				
Obra electromecánica																																				
Línea de transmisión																																				
Obra civil																																				
Obra electromecánica																																				
Operación y mantenimiento																																				
Operación																																				
Mantenimiento																																				
Desmantelamiento y cierre																																				
Desmontaje de instalaciones																																				
Restauración del terreno																																				

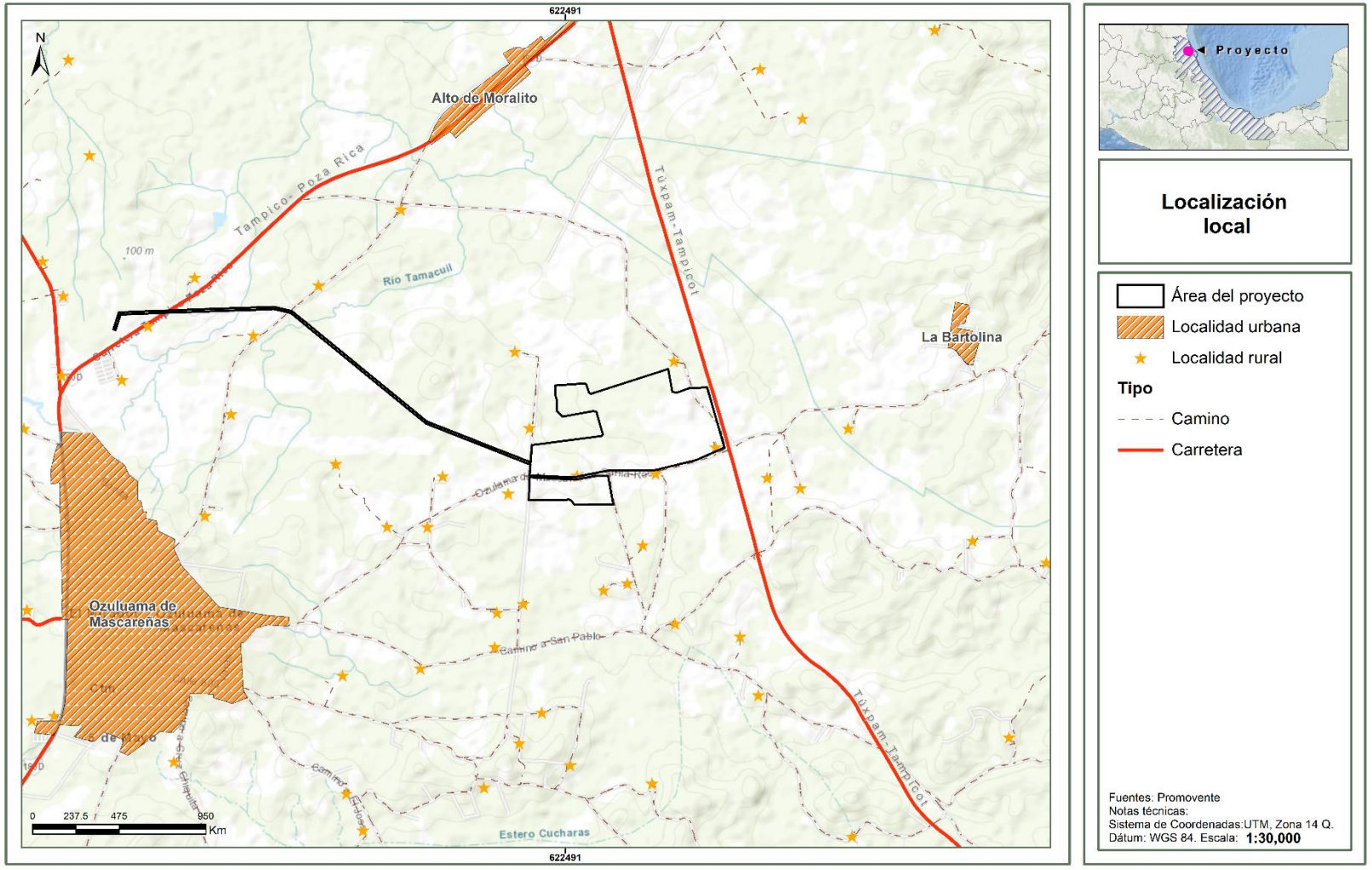
II.3.1. Representación gráfica regional.

Figura II. 32. Representación gráfica regional.



II.3.2. Representación gráfica local.

Figura II. 33. Representación gráfica local.



II.4. Preparación del sitio y construcción.

II.4.1. 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 la limpieza, 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:

Desmonte

El desmonte es la remoción de la vegetación existente. Los trabajos de desmonte se subdividen en dos partes: Tala y roza. Para los trabajos de tala se cortarán árboles y arbustos 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. Se removerá vegetación forestal de vegetación secundaria arbórea de selva baja mediana subperennifolia en 0.3484 has, en el componente que se señala en la siguiente tabla.

Tabla II. 49. Vegetación forestal por remover en el área del proyecto.

Componente	Afectacion	Sellamiento	Clave_C	Descripción	Forestal	Superficie (ha)
DDV Línea de transmisión	Permanente	Sin sellamiento	VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	Forestal	0.3484
					Total	**0.3484**

Despalme

Esta actividad consiste en retirar la cubierta orgánica, desbroce, retiro de malezas y aquellos objetos que obstaculicen la construcción de la planta solar 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.

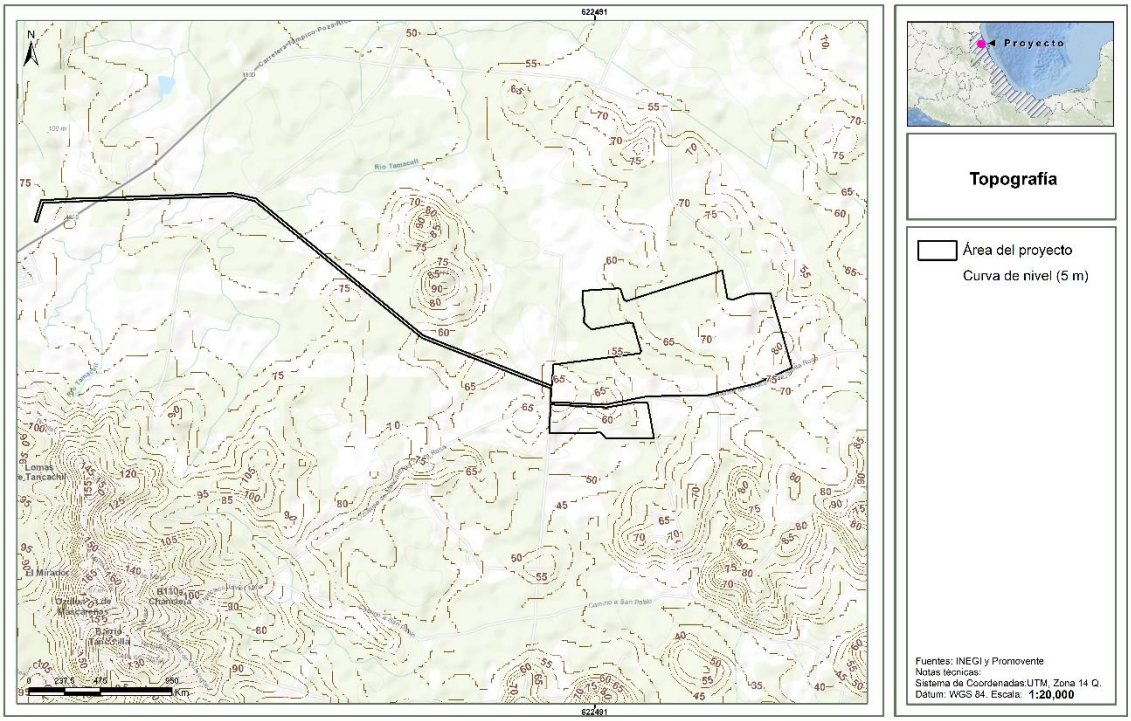
Estas actividades tienen como objeto acondicionar el terreno para la instalación de infraestructura del parque de forma adecuada y de acuerdo con las condiciones de éste, procurando tener la menor afectación posible.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

Figura II. 34. Plano topográfico.



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

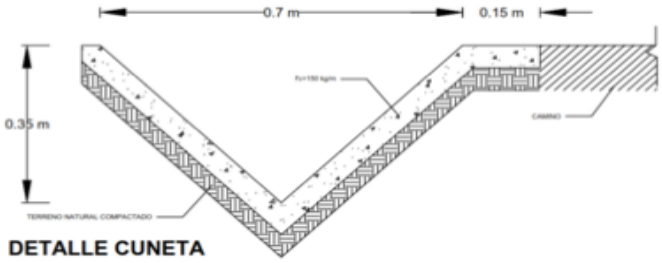
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

Para garantizar el correcto manejo de las aguas pluviales en el parque fotovoltaico, se implementará un sistema de drenaje compuesto por cunetas tipo "V" de 70 cm de ancho y 35 cm de profundidad. Se colocarán estratégicamente para aprovechar las pendientes naturales del terreno y así facilitar el flujo natural del agua de lluvia. Las cunetas estarán recubiertas con concreto de 5 a 7 cm de espesor y una resistencia de f'c= 150 kg/m lo que garantiza la resistencia a la erosión del terreno natural y durabilidad a largo plazo. Al final de cada cuneta se colocará una cama de piedras de 1 metro cuadrado para evitar la erosión del terreno.

Figura II. 35. Tipo de cunetas.



D. Cortes.

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.

E. Rellenos.

Los rellenos se realizarán 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

Tabla II. 50. 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. 51. Requisitos de granulometría del material de relleno.

Requisitos de granulometría del material para base		
Característica		Valor %
Abertura mm	Designación	% que pasa
37.5000	1 1|/2"	100.00
25	1"	70-100
19	3/4"	60-100
9.5000	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
0.2500	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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Requisitos de granulometría del material para base		
19	3/4"	54-100
9	3/8"	40-100
37.50	1 1|/2"	100.00
25	1"	70-100
19	3/4"	60-100
9.5000	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
4	No. 4	30-100
2	No.10	21-100
0.85	No. 20	13-92
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. Cabe mencionar que las pipas de agua serán contratas con empresas que cuentan con los permisos y autorizaciones en materia ambiental.

F. Obras y actividades provisionales.

Durante la etapa de construcción del **Proyecto** se consideran la realización de obras e instalaciones temporales, que incluyen la instalación de oficinas y acopios.

En esta área se realizará 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Se considerará la instalación de un sanitario por cada 20 personas. Los sanitarios y el agua necesaria para estos, será suministrada por una empresa sanitaria certificada. 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.4.2. Construcción.

La construcción del **proyecto Parque Fotovoltaico "PV Chabacanes 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**.

II.4.2.1. Parque fotovoltaico

A. Obra civil

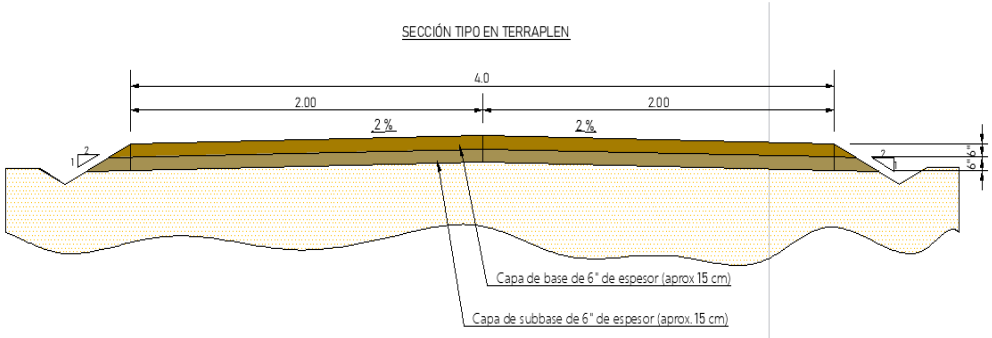
Los trabajos civiles del parque fotovoltaico contemplan la instalación de un cercado perimetral con el objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta. El acceso a la misma se realizará a través de un camino habilitado para tal fin.

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. 36. Sección tipo de los caminos internos. **A**



Para la instalación de los 10 Centros de Transformación, solo será necesaria la adecuación del terreno, mediante losas, donde serán instaladas. Las losas para la colocación de las Power Station

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

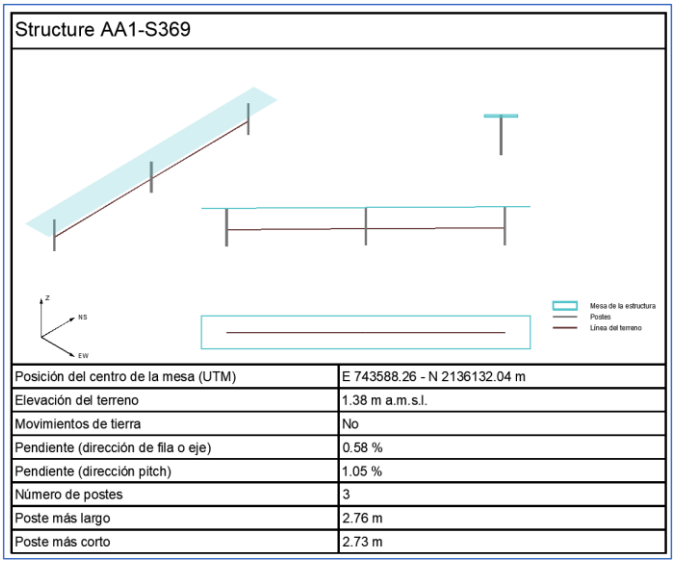
serán a base de concreto con resistencia de 250 kg/cm^2, con un área de 30 m^2 y un espesor de 0.25 m.

A.1. 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.

Figura II. 37. Montaje tipo de panel fotovoltaico.



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

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.

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 centros 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

II.4.2.2. Subestación eléctrica

A.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/6 MW. 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.

A.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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

II.4.2.3. Línea de transmisión

A.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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Excavaciones. Las excavaciones se realizarán de acuerdo con **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.

A.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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

II.4.2.4. Obras asociadas al Proyecto

A continuación, se describen los trabajos a realizar para estas obras en el **Proyecto**.

Servicios médicos. Durante la construcción se contará con un equipo médico, consultorio móvil y una ambulancia para enfrentar cualquier emergencia. Durante la etapa de operación del proyecto se contará con un botiquín de primeros auxilios y en caso de una emergencia mayor se trasladará al centro de atención más cercano.

Almacenes, recipientes, bodegas y talleres. Se considera la construcción de un almacén para herramientas y repuestos de aproximadamente 300 m^2.

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. Para la etapa de operación y mantenimiento se tiene considerado el uso de un sistema biodigestor de 1300 litros de capacidad con el fin de evitar la descarga de residuos sanitarios, favoreciendo el cuidado del medio ambiente y evitando la contaminación de mantos freáticos.

Abastecimiento de energía eléctrica. Durante la fase de construcción se utilizarán dos generadores móviles de 50 kVA para el suministro de energía eléctrica. Los generadores cumplirán con las medidas de seguridad y calidad, incluyendo una base de material impermeable para evitar la filtración de combustible o aceite al suelo. Para la fase de operación y mantenimiento la central eléctrica generará su propia energía, complementándose con un contrato de suministro de servicio básico de electricidad con la CFE, mismo que servirá para la etapa de abandono del sitio.

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

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.4.2.5. Requerimientos paras las etapas de preparación del sitio y construcción

A. Personal

En la etapa pico de la construcción del **proyecto**, se estima la contratación temporal del número empleados que se describe en la siguiente tabla. Se dará prioridad a la contratación de personas de las comunidades locales, con el objetivo de generar un impacto positivo en el desarrollo económico y social de la zona.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Para la selección del personal, se implementará un proceso transparente y competitivo. Se valorarán las habilidades, la experiencia y la formación de los candidatos, así como su compromiso con la comunidad local. Adicionalmente, se ofrecerán programas de capacitación y formación para el personal, con el objetivo de fortalecer sus capacidades y mejorar sus oportunidades laborales.

De esta manera, el proyecto busca generar un impacto positivo en el mercado laboral local, impulsando la creación de empleos de calidad y el desarrollo profesional de las personas de las comunidades aledañas.

A continuación, la tabla siguiente presenta la estimación del personal necesario para la construcción del **proyecto.**

Tabla II. 52. Personal requerido preparación del sitio y construcción.

Profesión	Número de trabajadores	Tareas	Jornada de trabajo
Instaladores de paneles solares	65	Preparación de la superficie del techo o del suelo. Instalación de los rieles y soportes. Colocación de los paneles solares. Conexión de los paneles entre sí. Sellado de los cables y conectores.	8 horas
Electricistas	41	Conexión de los paneles al inversor. Instalación del cableado de CA y CC. Conexión del sistema a la red eléctrica. Realización de pruebas de seguridad. Trabajos eléctricos en la subestación elevadora. Tendido y conexionado del cableado de la línea de transmisión.	8 horas
Ingenieros	12	Diseño del sistema solar. Supervisión de la instalación. Realización de pruebas y ajustes. Diseño y supervisión de la construcción de la subestación elevadora. Diseño y supervisión de la construcción de la línea de transmisión. Diseño y supervisión de la construcción del edificio de control, el almacén, el estacionamiento y los caminos interiores.	10 horas
Gerentes de proyecto	3	Planificación del proyecto. Gestión del presupuesto. Coordinación de los equipos de trabajo.	10 horas
Operarios de maquinaria pesada	8	Operación de maquinaria para la construcción de la subestación elevadora. Preparación del terreno para la instalación de las estructuras autosoportadas. Preparación del terreno para la construcción del edificio de control, el almacén, el estacionamiento y los caminos interiores.	8 horas
Albañiles	15	Construcción de la estructura de la subestación elevadora. Cimentación de las estructuras autosoportadas. Construcción del edificio de control, el almacén, el estacionamiento y los caminos interiores.	8 horas
Electricistas de subestaciones	5	Instalación del equipamiento eléctrico en la subestación elevadora.	8 horas
Linieros	20	Izaje y montaje de las estructuras autosoportadas. Tendido del cableado de la línea de transmisión. Conexionado del cableado a las estructuras.	8 horas
Personal de limpieza	10	Limpieza del área de trabajo durante la construcción. Limpieza del sitio una vez finalizada la construcción.	8 horas
Personal de vigilancia	5	Vigilancia del sitio durante la construcción. Vigilancia del sitio una vez finalizada la construcción.	12 horas
Otros	12	Trabajos de apoyo general. Logística. Administración.	8 horas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Profesión	Número de trabajadores	Tareas	Jornada de trabajo
Operarios de seguidores solares	16	Preparación del terreno para la instalación de los seguidores. Instalación de los seguidores. Mantenimiento de los seguidores.	8 horas
Operarios de caminos	10	Preparación del terreno para la construcción de los caminos. Construcción de los caminos. Mantenimiento de los caminos.	8 horas

B. Combustibles

En la etapa de preparación del sitio y construcción se estima un consumo total de combustible de 150,718.41 litros, desglosado por etapas y actividades de la siguiente manera como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla II. 53. Requerimientos de combustibles preparación del sitio y construcción.

Etapa	Tipo de maquinaria/equipo	Consumo de combustible por hora (litros)	Horas de operación	Consumo de combustible total (litros)
Preparación del terreno	Tractor con rastra	15	6,712.63	100,689.45
	Desbrozadora	3	6,712.63	20,137.89
Construcción	Grúas	30	200.0	6,000
	Camiones	20	102 (estimación)	2,040
	Camiones	10	102 (estimación)	1,000
	Maquinaria para hincado	10	618.44	6,184.41
	Camiones de 11 personas	NA	10,266.67	10,266.67
	Coches propios	NA	4,400	4,400
			Total	**150,718.41**

C. Agua

Toda el agua que se utilice en la construcción del **proyecto** se obtendrá en las redes de abastecimiento de acuerdo con lo indicado por las autoridades municipales. 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. La siguiente tabla siguiente se presenta una estimación del consumo de agua para cada fase del proyecto. Esta información se basa en datos y estudios previos, y se considera como un punto de partida para la planificación y gestión del agua en el **proyecto**.

Tabla II. 54. Requerimientos de agua preparación del sitio y construcción.

Actividad	Agua (m^3/unidad)	Cantidad	Total (m^3)
Movimiento de tierras	1	8307.55	8307.55
Desbroce y limpieza	0.002	1118060.64	2236.12128
Retiro de capa vegetal	0.001	223612.14	223612.14
Instalación de paneles solares	0.1	115,500	11,550

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Actividad	Agua (m^3/unidad)	Cantidad	Total (m^3)
Montaje de equipos subestación	0.5	100	50
Montaje de línea de transmisión	0.2	21	4.2
Servicios sanitarios	0.05-0.1	200 trabajadores (promedio)	20

II.5. Operación y mantenimiento.

II.5.1. Operación

La operación de la planta fotovoltaica 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 10 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.5.2. 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 Power Station. 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 a línea de transmisión. La líneas de transmisión requiere de limpieza de brecha y aisladores, reapriete de herrajes y la verificación y corrección del sistema de tierras.

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.

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.5.3. Requerimientos para la etapa de operación y mantenimiento.

A. Personal.

La siguiente tabla siguiente, presenta un desglose de las profesiones que se consideran necesarias para la operación y mantenimiento del **proyecto**. La cantidad de personas para cada profesión se ha estimado considerando las características del **proyecto** y las prácticas comunes en la industria.

Tabla II. 55. Requerimientos de personal en la etapa de operación y mantenimiento.

Profesión	Cantidad	Responsabilidades
Supervisor de Operaciones y Mantenimiento	1	Liderar el equipo de operación y mantenimiento. Planificar y programar las actividades de operación y mantenimiento. Supervisar el trabajo de equipo. Garantizar el cumplimiento de los estándares de seguridad y calidad. Gestionar el presupuesto de operación y mantenimiento.
Técnicos en Electricidad	4	Realizar las inspecciones visuales y la limpieza de los paneles solares. Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los inversores y otros componentes del sistema. Monitorizar el sistema y detectar cualquier problema. Realizar las pruebas y mediciones necesarias.
Ingeniero Eléctrico	1	Asesorar al supervisor de operación y mantenimiento. Realizar análisis técnicos del sistema. Diseñar e implementar mejoras en el sistema. Gestionar la relación con los proveedores de servicios.
Técnico en Automatización	1	Instalar, configurar y mantener el sistema de monitoreo y control automatizado. Programar el sistema de automatización. Analizar los datos del sistema de automatización.
Personal de Almacén y Logística	1	Gestionar el almacén de repuestos y materiales. Realizar pedidos de repuestos y materiales. Recibir y entregar repuestos y materiales.
Administrativo	2	Gestionar la documentación del proyecto. Realizar las tareas administrativas relacionadas con el proyecto. Gestionar los permisos y licencias necesarios.

B. Combustibles.

Para la etapa de operación se estima un consumo de combustible anual de 6,523.70 gal, desglosado de la siguiente manera, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla II. 56. Requerimientos de combustible en la etapa de operación y mantenimiento.

Actividad	Combustible	Consumo	Total (unidades/año)
Limpieza de paneles solares	Diésel	0.0154	1,778.7
Transporte de personal	Gasolina	13 l/día x 365 días	4,745
		Total	**6,523.70**

C. Agua.

Para la etapa de operación y mantenimiento se prevé un consumo de agua según lo señalado en la tabla siguiente.

Tabla II. 57. Requerimientos de agua etapa de operación y mantenimiento.

Actividad	Agua (m^3/unidad)	Cantidad	Total (m^3)
Limpieza de paneles solares	0.01	115,500 módulos/año	1155/año
Servicios sanitarios	0.05-0.1	Estimación:10 trabajadores	182.5/año

II.6. 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.6.1. Requerimientos para la etapa de Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Para la etapa de abandono del sitio se prevé una cantidad de personal a contratar para llevar a cabo todas las tareas, según se describe en la tabla siguiente.

Tabla II. 58. Requerimientos de personal etapa de cierre y abandono.

Factor	Estimación	Descripción	Duración	Jornada
Desmantelamiento de la infraestructura	24 personas	Ingenieros, técnicos electricistas, operarios	8 horas	6 días a la semana
Gestión de residuos	12 personas	Personal de limpieza, especialistas en medio ambiente		
Restauración del terreno	4 personas	Especialistas en medio ambiente		

B. Combustible.

Para esta etapa se prevé un consumo de combustible como se describe en la tabla.

Tabla II. 59. Requerimientos de combustible etapa de cierre y abandono.

Actividad	Descripción	Cantidad	Combustible (litros)
Desmontaje de módulos fotovoltaicos	Transporte de módulos no reutilizables.	125	2,497,891
Desmantelamiento de infraestructura	Transporte de la estructura al centro de reciclaje.	24	489.783
Desmontaje de cableado y tubería AC y DC	Transporte de cableado y la tubería al centro de reciclaje.	8	163.261
Retiro de la valla perimetral	Transporte de la valla perimetral al centro de reciclaje.	4	81.630
Restauración del terreno natural	Restauración del terreno con tractor	2	200,000
		Total	**3,432.565**

C. Agua.

Para la etapa de abandono se prevé un consumo de agua según lo señalado en la tabla siguiente.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II. 60. Requerimientos de agua etapa de cierre y abandono.

Actividad	Descripción	Estimación (m^3)
Desmantelamiento de la infraestructura	Lavado de equipos y herramientas, control de polvos	4,081.522
Gestión de residuos.	Lavado de contenedores, supresión de olores.	2,448.913
Restauración del terreno.	Riego de vegetación, compactación del suelo.	1,632.609
	Total	**8,163.043**

II.7. Residuos.

A. Aguas residuales

El manejo de las aguas residuales será llevado a cabo por la empresa 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**.

B. Residuos de la etapa de preparación del sitio y construcción

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 el predio 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.

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 **RRPP**.

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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II. 61. Estimación de residuos generados en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Tipo	Estado	Clasificación	Reciclaje	Cantidad	Disposición final
Material de excavación	Sólido inorgánico	No peligroso	No	19,735.132 (m^3)	Relleno
Cartón	Sólido inorgánico	No peligroso	Si	2,218.642 (m^3)	Centros de reciclaje
Madera	Sólido inorgánico	No peligroso	Si	5,830.446 (m^3)	Centros de reciclaje
RSU	Sólido inorgánico	No peligroso	No	889.772 (m^3)	Relleno sanitario
Residuos de mantenimiento	Sólido inorgánico	Peligroso	No	17.746 (Ton)	Centro autorizado
Aguas residuales	Líquido	No peligroso	NA	88.977 (Ton)	Centro autorizado PTAR

Tabla II. 62. Estimación de residuos generados en la etapa de operación y mantenimiento.

Tipo	Estimación anual (kg)	Disposición final
Aceites y lubricantes	75	Incineración en instalaciones autorizadas
Filtros	38	Reciclaje o valorización energética
En bases de productos químicos	38	Lavado y reutilización, reciclaje
Plásticos	4,883	Reciclaje o valoración energética.
Metales	4,883	Reciclaje
Vidrio	4,883	Reciclaje
Madera	4,883	Reutilización o valorización energética
Papel y cartón	4,883	Reciclaje
Residuos orgánicos	4,082	Compostaje o valoración energética.

Tabla II. 63. Estimación de residuos generados en la etapa de cierre y abandono.

Tipo	Estimación anual (kg)	Disposición final
Módulos para reciclar	1,148.25	Centro de reciclaje
Estructuras	12,489.46	Reutilización / Reciclaje.
Cableado y tubería	2,497.89	Reutilización / Reciclaje.
Valla perimetral	40.82	Reutilización / Reciclaje.
Residuos generados por trabajadores	18.25	Relleno sanitario
Residuos sanitarios	9.13	Incineración

II.9. Generación de gases de efecto invernadero.

II.9.1. 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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. 64. 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.9.2. 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. 65. Maquinaria y equipo.

Etapa	Tipo de maquinaria/equipo	Consumo de combustible por hora (litros)	Horas de operación	Consumo de combustible total (m^3)
Preparación del terreno	Tractor con rastra	15	6,712.63	100,689.45
	Desbrozadora	3	6,712.63	20,137.89
Construcción	Grúas	30	200.00	6,000.00
	Camiones	20	102 (estimación)	2,040.00
	Camines	10	100 (estimación)	1,000.00
	Maquinaria para hincado	10	618.44	6,184.41
	Camionetas de 11 personas	N/A	10,266.67	10,266.67
	Coches particulares	N/A	4,400.00	4,400.00

II.9.3. 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

Los Gases de Efecto Invernadero (**GEI**) son componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y resultantes de la actividad humana, que absorben y emiten radiación infrarroja. Esta propiedad causa el efecto invernadero. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce seis:

- Bióxido de carbono (CO_2),
- Metano (CH_4),
- Óxido nitroso (N_2O),

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Hidrofluorocarbonos (HFC),
- Perfluorocarbonos (PFC), y
- Hexafluoruro de azufre (SF_6)

Los principales gases que han contribuido al efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), de los cuales el dióxido de carbono es el más importante, aumentando la concentración debido al uso de combustibles fósiles y, en menor medida, a los cambios en los usos de la tierra.

El Potencial de Calentamiento Global, también conocido por **Índice GWP** (acrónimo del inglés **Global Warming Potential**) define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1kg de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO_2. De esta forma, se pueden tener en cuenta los efectos radiactivos de cada gas, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera (**Fuente**: GreenFacts).

Por ejemplo, el **GWP** para 100 años del metano es 25 y para el N_2O es 298. En otras palabras, la emisión de 1 millón de toneladas de metano es equivalente a emitir 25 millones de toneladas de CO_2 (equivalente), de esta manera el CO_2 tiene un valor de GWP de 1, tal como se. muestran en la tabla siguiente.

Tabla II. 66. Potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero (figuras IPCC TAR 2001).

Gas	GWP
Dióxido de Carbono (CO_2)	1
Metano (CH_4)	21
Óxido Nitroso (N_2O)	296
Fluorocarburos	120 – 12,000
Clorofluorocarbonos	5,700 – 11,900
Hexafluoruro de azufre	22,200

Se tiene que convertir a **CO_{2equiv}** para determinar su significancia en el efecto del calentamiento global a través del **GWP**.

En la tabla siguiente, se estiman las emisiones contaminantes generadas por el uso de maquinaria y equipo que utiliza como combustibles fósiles, gas natural, gasolina y diésel. En dichas emisiones se incluyen los gases de efecto invernadero, como lo es el Metano (**NH_4**), Bióxido de carbono (**CO_2**) y óxido nitroso (**N_2O**).

Cálculo de CO_2eq

Los **GEI** distintos al dióxido de carbono (**CO_2**) (metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, etc.) son convertidos a su valor equivalente en dióxido de carbono, multiplicando la masa del gas en cuestión por su **GWP**.

CO_2eq = Masa del gas * potencial de calentamiento (GWP)

Se elige el CO_2 como el equivalente al total de los gases de efecto invernadero porque, a pesar de tener un potencial de calentamiento mucho menor que el de otros gases, como el metano o los óxidos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

nitrosos, es el que más crecimiento ha experimentado en la atmósfera terrestre y el más abundante en porcentaje de todos ellos. Dicha medida de **CO_2eq** es usada para calcular la **huella de carbono** de un individuo, producto, actividad o servicio. De esta manera se puede cuantificar un impacto ambiental atendiendo a la categoría de calentamiento global provocado por la emisión de **GEI**.

Para el cálculo de las emisiones de GEI se utilizarán los factores de emisión del inventario de Gases de Efecto Invernadero del Reino Unido, años 2022 (https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022).

Factores de emisión para GEI para gas natural, gasolina y diésel.

Tabla II. 67. Factores de emisión para gas natural, gasolina y diésel .

Combustible	kg CO_2e of CO_2 por unidad	kg CO_2e of CH_4 por unidad	kg CO_2e of N_2O por unidad
Gasolina (m^3)	0.0023397	0.00232567	0.00000732
Diésel (m^3)	0.0026988	0.00266134	0.00000026
Gas natural (m^3)	2.01193	0.00274	0.00107
Gas natural (tonnes)	2534.47	3.44	1.34

A continuación, se presenta en la tabla siguiente las emisiones de **GEI** en **CO_2eq**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla II. 68. Generación de GEI por etapa del proyecto.

Etapa	Tipo de maquinaria/equipo	Consumo de combustible total (litros)	Consumo de combustible total (m^3)	Tipo de combustible	Total kg CO2e por año	kg CO2e de CO2 por año	kg CO2e de CH4 por año	kg CO2e de N2O por año
Preparación del terreno	Tractor con rastra	116,783.03	116.78	Diésel	0.6260	0.3152	0.3108	0.00003
	Desbrozadora	23,356.61	23.35	Diésel	0.12517	0.06302	0.06214	0.000006
				SubTotal	**0.75115**	**0.37818**	**0.37293**	**0.00004**
Construcción	Grúas	6,000	0.6	Diésel	0.0032	0.0016	0.0016	0.0000002
	Camiones	2,040	2.04	Gasolina	0.0095	0.0048	0.0047	0.000015
	Camiones	1,000	1	Gasolina	0.0047	0.0023	0.0023	0.000007
	Maquinaria para hincado	5,586.21	5.58	Diésel	0.0299	0.0151	0.0149	0.0000015
	Camiones de personal	10,266.67	10.26	Gasolina	0.0479	0.0240	0.0239	0.000075
	Coches	4,400	4.4	Gasolina	0.0206	0.0103	0.0102	0.000032
				Subtotal	**0.1158**	**0.0581**	**0.0576**	**0.0001**
Operación y mantenimiento	Vehículos	4,745	4.75	Gasolina	0.0222	0.0111	0.0110	0.000035
Cierre y abandono	Transporte de materiales (Carro de volteo)	3,960,000	3960.00	Diésel	21.2272	10.6872	10.5389	0.0010
	Tracto	200,000	200.00	Diésel	1.0721	0.5398	0.5323	0.000052
				Subtotal	**22.3214**	**11.2381**	**11.0822**	**0.0011**

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO III:

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

PROYECTO:

"PV CHABACANES SOLAR"



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

VERSIÓN PÚBLICA. Se elimina la información confidencial con fundamento en los artículos 113 y 118 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

TABLA DE CONTENIDO

III. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.... 5
III.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.... 5
III.2. TRATADOS INTERNACIONALES.... 7
III.2.1. Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional.... 7
III.2.2. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.... 8
III.2.3. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.... 9
III.3. LEYES FEDERALES.... 12
III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).... 12
III.3.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).... 13
III.3.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).... 14
III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).... 15
III.3.5. Ley de Aguas Nacionales (LAN).... 17
III.3.6. Ley General de Cambio Climático (LGCC).... 17
III.3.7. Ley de Planeación y Transición Energética (LPTE).... 19
III.3.8. Ley del Sector Eléctrico (LSE).... 20
III.3.9. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (LFMZAH).... 22
III.4. REGLAMENTOS FEDERALES.... 23
III.4.1. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA).... 23
III.4.2. Reglamento de la LGDFS (RLGDFS).... 24
III.4.3. Reglamento de la LGVS (RLGVS).... 26
III.4.4. Reglamento de la LSE (RLSE).... 26
III.4.5. Reglamento de la LPTE (RLPTE).... 27
III.5. PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO.... 28
III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).... 28
III.5.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE (POEMYRGMYMC).... 36
III.5.3. PROGRAMA ESTATAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO DE VERACRUZ (PEOTDUV).... 63
III. 6. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.... 69
III.6.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP).... 69
III.6.2. Instrumentos de Planeación para la Conservación.... 70
III.6.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).... 71
III.6.2.2. Región Hidrológica Prioritaria (RHP).... 72
III.6.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA).... 72
III.6.2.4. Sitios Prioritarios.... 73
III.6.2.4.1. Sitios Prioritarios Terrestres (SPT).... 74
III.6.2.4.2. Sitios Prioritarios Marinos (SPM).... 75
III.6.2.4.3. Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales (SPAE).... 76
III.6.2.4.4. Sitios Prioritarios Primates (SPP).... 78
III.7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM´S).... 78

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

III.7.1. Aire. 79
III.7.2. Residuos. 80
III.7.3. Flora y Fauna. 80
III.7.4. Ruido. 80
III.7.5. Aguas Residuales. 81
III.7.6. Seguridad e Higiene en el Trabajo. 81

III.8. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO. 81
III.8.1. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Ozuluama de Mascareñas, Veracruz (PDUMOMV) 81

II.9. OTROS INSTRUMENTOS. 82
III.9.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND). 82
III.9.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024. (PROMARNAT). 89

III.10. CONCLUSIONES. 92

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla III. 1. Vinculación con la LGEEPA. 13
Tabla III. 2. Vinculación con la LGDFS. 14
Tabla III. 3. Vinculación con la LGVS. 15
Tabla III. 4. Vinculación con la LGPGIR. 16
Tabla III. 5. Vinculación con la LAN. 17
Tabla III. 6. Vinculación con la LGCC. 18
Tabla III. 7. Vinculación con la LPTE. 19
Tabla III. 8. Vinculación con la LSE. 20
Tabla III. 9. Vinculación con el RLGEEPA. 23
Tabla III. 10. Vinculación con el RLGDFS. 24
Tabla III. 11. Vinculación con el RLGVS 26
Tabla III. 12. Vinculación del Proytecto con el RLSE. 26
Tabla III. 13. Vinculación del Proyecto con la RLPTE. 28
Tabla III. 14. Características de la UAB en la que se ubica el Proyecto. 31
Tabla III. 15. Vinculación con estrategias del POEGT. 32
Tabla III. 16. Características de la UGA en la que incide el Proyecto. 40
Tabla III. 17. Vinculación del Proyecto con las acciones generales del POEMyRGMyMC, 40
Tabla III. 18. Vinculación con las Acciones específicas aplicables al Proyecto. 50
Tabla III. 19. Vinculación con los criterios de la Zona Costera Inmediata 57
Tabla III. 20. Características de la UGT del PEOTDUV en la que incide el Proyecto. 65
Tabla III. 21. Vinculación del Proyecto con los lineamientos aplicables y definidos por el PEOTDUV. 65
Tabla III. 22. NOM´s en materia de aire 79
Tabla III. 23. NOM´s en materia de residuos. 80
Tabla III. 24. NOM´s en materia de flora y fauna. 80
Tabla III. 25. NOM´s en materia de ruido 80
Tabla III. 26. NOM en materia de aguas residuales 81
Tabla III. 27. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo 81
Tabla III. 28. Vinculación del Proyecto con el PND. 83
Tabla III. 29. Vinculación del Proyecto con el PROMARNAT. 90

ÍNDICE FIGURAS.

Figura III. 1. Sitios Ramsar con respecto del Proyecto. 8

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III. 2. Mapa de regiones indígenas de la CDI. 12
Figura III. 3. Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto. 22
Figura III. 4. UAB en la que incide el Proyecto. 31
Figura III. 5. UGA del POEMyRGMyMC en la que incide el Proyecto. 39
Figura III. 6. Ubicación del Proyecto respecto de la UGT´s definidas en el PEOTDUV. 64
Figura III. 7. Ubicación del Proyecto con respecto de ANP´s. 70
Figura III. 8. Ubicación del Proyecto con respecto de RTP´s. 71
Figura III. 9. Ubicación del Proyecto con respecto de RHP´s. 72
Figura III. 10. Ubicación del Proyecto con respecto de las AICA. 73
Figura III. 11. Ubicación del Proyecto con respecto de SPT´s. 75
Figura III. 12. Ubicación del Proyecto respecto de los SPM´s. 76
Figura III. 13. Ubicación del Proyecto con respecto de los SPAE. 77
Figura III. 14. Ubicación de los SPP en México. 78

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**. 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 Veracruz de Ignacio de la Llave, 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.

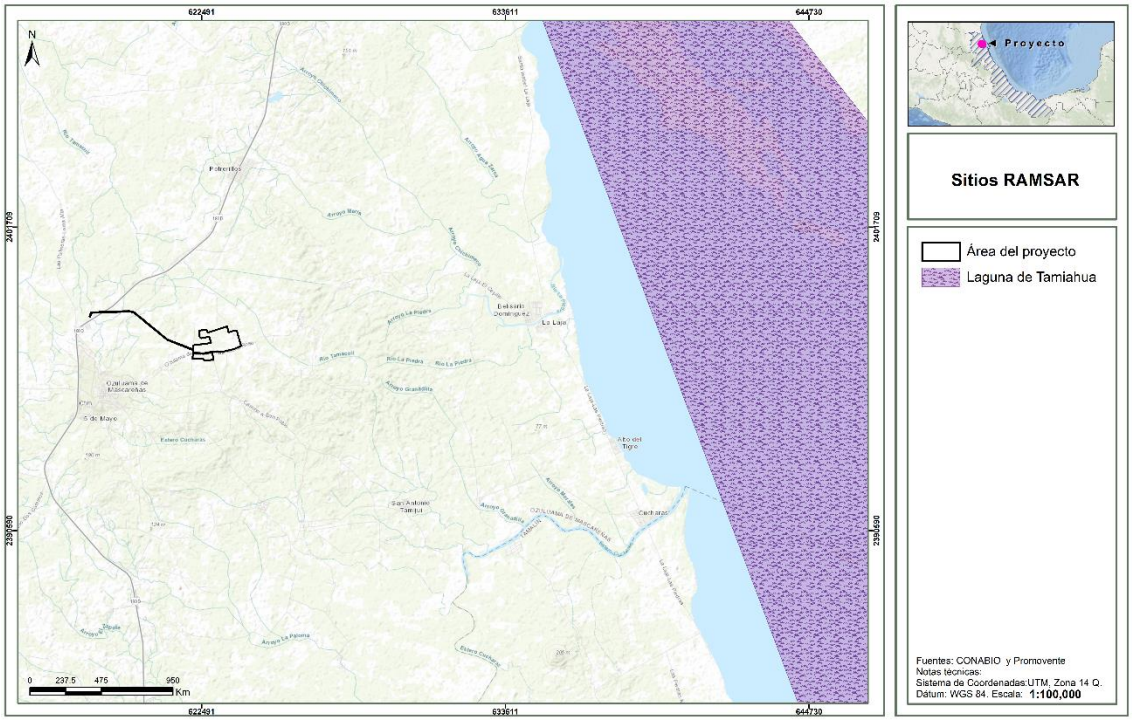
La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional **(RAMSAR)**, fue ratificada por el Estado Mexicano en el año de 1986, y tiene como uno de sus objetivos principales *el impedir ahora y en el futuro las progresivas intrusiones en la pérdida de humedales*, en virtud del *gran valor económico, 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 medidas preventivas de mitigación y acciones específicas para su protección y conservación.

Aunado con lo mencionado, se identificó que en el área del Proyecto existe una especie de fauna listada con calidad de Pr conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 conforme a los muestreos realizados, no obstante la Promovente implementará las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con especial enfásis en dichas especies, con la finalidad de ubicarlas en sitios que favorezcan su desarrollo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

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;

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

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.

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:

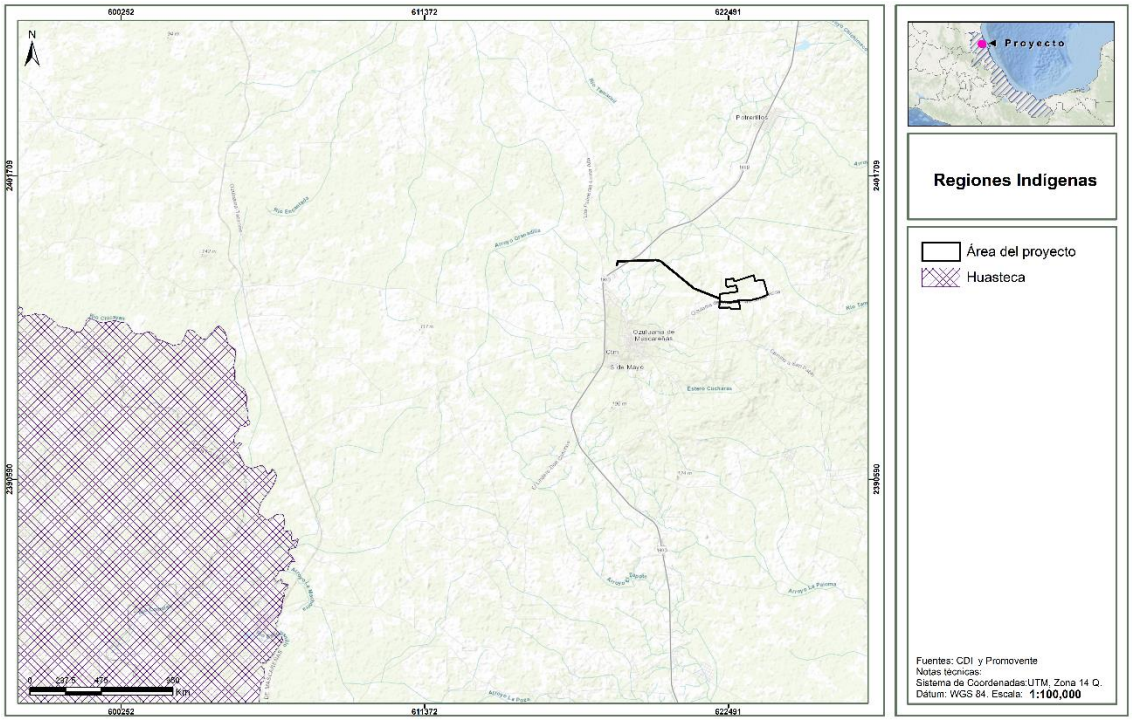
- Localidades con población indígena mayor o igual a 40% de su población total,
- Localidades con población indígena menor a 40% y más de 150 indígenas,
- Localidades con menos de 150 indígenas de la población total.

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

[redacted]

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



Asimismo, es importante señalar que, con el objeto de reafirmar el compromiso de la **Promovente** de estar en cumplimiento con el marco legal vigente, se realizará y presentará a la Secretaría de Energía (**SENER**) la Evaluación/Manifestación de Impacto Social 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 dicha Ley, ya que éste pertenece a la industria eléctrica, por lo que, para el cumplimiento de este precepto, se está

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

presentado la **MIA-R**, cumpliendo con las formalidades señaladas en la Ley de manera previa para que sea autorizada por parte de esa Autoridad.

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 VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas [...];	El **Proyecto**, pretende la prepracion del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de un Parque Fotovoltaico para la generación de energía eléctrica, a través de la irradiación solar. Para lo cual requerirá de la realización de las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por una superficie de 0.3484 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia para el DDV de la Línea de transmisión En este sentido, la presentación de este **MIA-R** representa el cumplimiento del **Proyecto** con lo dispuesto por la fracción 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

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 vegetación forestal, de manera que requerirá de la obtención de la autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En este sentido, en su momento y previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se elaborará y se se someterá a evaluación de esa H. Autoridad, el Estudio Técnico Justificativo (**ETJ**), en el que se demuestre que el Proyecto cumple con los criterios de excepcionalidad para el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Asimismo y como se expuso en el apartado específico, el **Proyecto** no incide en regiones indígenas, por lo que no requerirá del procedimiento de consulta previa. No obstante ello, se ha elaborado la Evaluación/Manifestación de Impacto Social, misma que ya ha sido sometida a evaluación ante la Secretaría de Energía en cumplimiento a las disposiciones en materia.
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 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 las acciones propuestas se reducirá el impacto de 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 las especies de fauna en el área del **Proyecto**, a través de las distintas medidas y acciones contempladas en el capítulo VI de la presente **MIA-R**. Si bien conforme a los muestreos realizados se identificó una especie de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se destaca que la **Promovente** implementará las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies, para su relocalización en sitios que favorezcan su desarrollo en la región.

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.

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**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 Acciones para el Manejo Integral de Residuos, medidas contempladas en el capítulo VI de la presente **MIA-R.**
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 Veracruz conforme a lo establecido en las Acciones 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 las Acciones de Manejo Integral de Residuos.
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 verificará que las empresas que subcontrate para el manejo y disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones de esa Secretaría.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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 a las Acciones de 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 dicha Ley se presenta a continuación:

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** tendrá requerimientos mínimos de agua durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Los cuales serán enfocados para el control de polvos y en ciertas actividades de compactación. Para su abastecimiento se contratarán empresas externas que cuenten con las concesiones y/o autorizaciones emitidas por las autoridades competentes. Asimismo se obtuvo el oficio No. OCGN/B00.804.00.524.2025 de fecha 21 de abril de 2025 en el cual el Organismo de Cuenca Golfo Norte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) aprueba los cruzamientos del Proyecto con las corrientes de agua superficies identificadas en su trayectoria. Mismo que se agrega como **Apéndice III_Anexo_III.2.**

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. Esta Ley 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

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** al tratarse de un desarrollo 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.
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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.3.7. Ley de Planeación y Transición Energética (LPTE).

Publicada en el **DOF** el 18 de marzo de 2025, la **LPTE** determina como su objeto, "*establecer y regular la planeación vinculante en el Sector Energético y el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el cumplimiento de las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de Emisiones Contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de coadyuvar con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética*"[1].

Asimismo, la LPTE, establece la planeación energética deberá antender, entre otros, los siguientes objetivos: *(i) Impulsar el desarrollo sustentable del Sector Energético y preservar la seguridad y autosuficiencia energética de la Nación; (ii) Establecer y regular las obligaciones de los participantes del Sector Energético para la Transición Energética, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, las Energías Limpias y la Eficiencia Energética para el Sector Energético; (iii)* ***Promover las Energías Limpias, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía incluyendo la Eficiencia Energética en los sectores productivos y de uso final de la energía, y la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como de contaminantes del Sector Energético****; (iv)* ***Promover la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía entre los sectores económicos del país, manteniendo y promoviendo la competitividad de los sectores productivos en los sectores de consumo final, así como en toda la cadena de producción de energía, incluyendo su transformación***. De tal forma, que el Proyecto tiene como finalidad el desarrollo y construcción de una Planta Fotovoltaica para la generación de energía eléctrica a través de la radiación solar, lo que es congruente con los objetivos y fin último de la Ley en cuestión. No obstante con lo mencionado, a continuación se presenta una vinculación exhuastiva con los preceptos que demuestran un claro impulso al desarrollo del Proyecto.

Tabla III. 7. Vinculación con la LPTE.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 25.- Los escenarios de largo plazo tienen un horizonte al menos de 30 años y los de mediano plazo de 15 años. La Estrategia debe incluir, al menos, las metas de Energías Renovables y demás Energías Limpias, Eficiencia Energética, reducción de la Pobreza Energética, electrificación de los usos finales de la energía y reducción de Emisiones Contaminantes que deben reflejar las aportaciones del Sector Energético a los compromisos en materia de cambio climático de México.	A reserva de la publicación de la Estrategia Nacional de Transición Energética que al efecto se expida, es claro que el Proyecto se encuentra acorde con los principios y objetivos que impulsaron la promulgación de la **LPTE**, en el sentido que al ser un Proyecto enfocado a la generación de energía a través de fuentes limpias y renovables impulsa la consecución de las metas fijadas por el gobierno mexicano para la transición energética nacional. En este sentido, a través de la implementación del Proyecto se genera una atmósfera sustentable en la actividad de generación de energía eléctrica en el sentido que conlleva beneficios económicos,
Artículo 26.- Las metas de Energías Renovables y demás Energías Limpias establecidas en la Estrategia, deben constituir porcentajes mínimos en	

[1] Artículo 1° de la LPTE.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
relación con el total de generación de electricidad en México.	sociales y ambientales que sustentan la reducción de emisiones contaminantes en dichas actividades.
Sexto.- La Secretaría de Energía dentro de un plazo no mayor a trescientos sesenta y cinco días naturales contados a partir de la entrada en vigor de la presente Ley debe publicar en el Diario Oficial de la Federación, la Estrategia Nacional de Transición Energética, el Plan para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico y el Plan de Desarrollo del Sector Hidrocarburos.	Con base en lo mencionado, el Proyecto es un claro mecanismo para la implementación de las políticas y objetivos de la presente Ley.

III.3.8. Ley del Sector Eléctrico (LSE).

El 18 de marzo de 2025, se publicó en el **DOF** la **LSE,** misma que tiene por objeto entre otros *"(i) Procurar la eficiencia, Calidad, Continuidad, Accesibilidad, seguridad, Confiabilidad y Sostenibilidad del Sistema Eléctrico Nacional y del sector eléctrico; (ii) Determinar la forma en que los particulares pueden participar en las actividades del sector eléctrico que no son exclusivas del Estado; (iii) Impulsar el desarrollo sostenible del sector eléctrico con la responsabilidad social, económica y medioambiental del sector público, el sector social y el sector privado; y, (iv) Procurar la reducción de emisiones contaminantes, favorecer la descarbonización del sector eléctrico y el cumplimiento de los compromisos internacionales en estas materias"*[2].

La **LSE** establece que "***El sector eléctrico comprende las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica,*** *así como, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, la operación del Mercado Eléctrico Mayorista, y la proveeduría de insumos primarios para el sector eléctrico****. Las actividades del sector eléctrico son de interés público***"[3]. De manera que a continuación, se presenta la vinculación de dicho ordenamiento con el Proyecto:

Tabla III. 8. Vinculación con la LSE.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 6.- El Estado establece y ejecuta la política, regulación y vigilancia del sector eléctrico a través de la Secretaría y la CNE, en el ámbito de sus respectivas competencias, teniendo como objetivos los siguientes: I. Garantizar la eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional; […] III. Impulsar la inversión, donde ésta sea factible, en el Sector Eléctrico; […] V. Fomentar la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, así como la seguridad y soberanía energética nacional; […]	El **Proyecto** es congruente y coadyuva a alcanzar los objetivos planteados por la normativa en materia, ya que éste implica la transmisión de energía asociado a una fuente de generación limpia. En este orden de ideas, la implementación del Proyecto implica una clara diversificación en la generación de energía eléctrica, así como una fuerte inversión económica y de infraestructura en la región, lo cual conlleva una serie de beneficios sociales, ambientales y económicos, que representan un aprovechamiento sustentable de los recursos en la región.
Artículo 11.- La CNE está facultada para:	

[2] Artículo 1° de la LSE.
[3] Artículo 2° de la Ley de Transición Energética.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
I. Otorgar los permisos a los que se refiere esta Ley, con excepción de las autorizaciones de importación y exportación, considerando los criterios de planeación vinculante del Sistema Eléctrico Nacional establecidos por la Secretaría, y resolver sobre su modificación, revocación, cesión, prórroga o terminación; […]	En cumplimiento con las disposiciones en mención, se informa que la Promovente acudirá antes las Autoridades competentes con la finalidad de obtener los permisos necesarios para la ejecución del Proyecto.
Artículo 16.- La generación de energía eléctrica en Centrales Eléctricas puede ser realizada por el Estado, los particulares por sí mismos o en conjunto en esquemas de inversión mixta, en los términos establecidos en la presente Ley.	
Artículo 19.- Todas las Centrales Eléctricas con capacidad igual o mayor a 0.7 MW deben contar con permiso de generación vigente en los términos establecidos en esta Ley. Las Centrales Eléctricas con capacidad menor a 0.7 MW son Generadoras Exentas y no requieren permiso para generar energía eléctrica.	
Artículo 133.- Los Proyectos de Infraestructura de los sectores público y privado en el sector eléctrico deben atender los principios de Sostenibilidad y respeto de los derechos humanos y los recursos naturales de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas y todas aquellas asentadas en las regiones en donde se pretendan desarrollar dichos proyectos.	El Promovente consciente del respeto a los derechos humanos, ya ha sometido su Evaluación/Manifestación de Impacto Social ante la **SENER,** la cual se encuentra en el proceso de evaluación correspondiente.
Artículo 134.- La Secretaría debe informar a los interesados en la ejecución de Proyectos de Infraestructura del sector eléctrico sobre la presencia de pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas en las áreas en que se llevan 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, ya han sido soemtidos a consideración de la **SENER**, para su evaluación correspondiente.
Artículo 135.- Con la finalidad de tomar en cuenta los intereses y derechos de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas en los que se desarrollen Proyectos de Infraestructura eléctrica, la Secretaría debe llevar a cabo los procedimientos de consulta previa, libre e informada y cualquier otra actividad necesaria para su salvaguarda, en coordinación con la Empresa Pública del Estado o interesados según el caso, conforme a la normatividad aplicable.	Como ya se mencionó, el **Proyecto** no se ubica dentro de una región que presente población indígena, sin embargo dentro de su Evaluación/Manifestación de Impacto Social realizada, se considerarán todos los posibles impactos que la planta fotovoltaica pudiera llegar a tener con las comunidades aledañas a su ubicación, misma que se encuentra en evaluación.
Artículo 136.- La Empresa Pública del Estado o los interesados en desarrollar Proyectos de Infraestructura eléctrica deben elaborar y presentar a la Secretaría la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que debe ser elaborada con un enfoque participativo, aplicando de manera transversal una perspectiva de género y respetando y protegiendo los derechos humanos. La manifestación debe contener, al menos: I. La descripción de las etapas y actividades del proyecto y delimitación de su área de influencia directa e indirecta, así como el área núcleo;	En cumplimiento con lo anterior, la Promovente del Proyecto ha sometido su Evaluación de Impacto Social ante la autoridad competente, misma que actualmente se encuentra en evaluación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
II. La identificación y caracterización de las comunidades o localidades y pueblos que se ubican en el área de influencia del proyecto; III. La identificación, caracterización, predicción y valoración de los posibles impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto, y IV. Las medidas de prevención y mitigación, integrado en el plan de gestión social elaborado de forma participativa y propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto.	

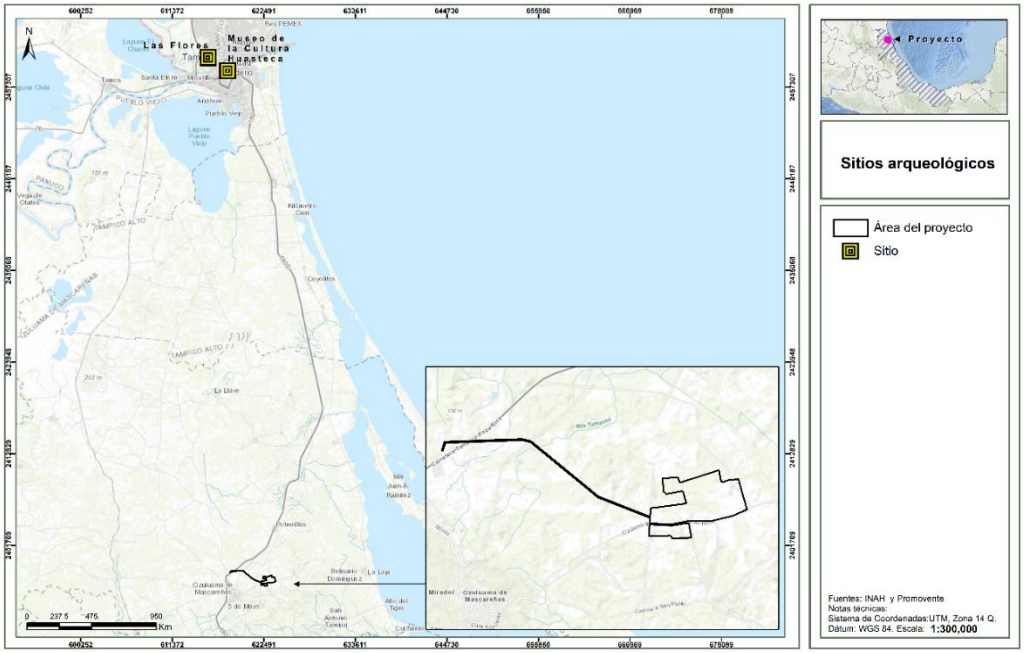
III.3.9. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (LFMZAH).

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 “Las Flores” y “Museo de la Cultura Huasteca”, mismas que se encuentran a una distancia de 62.36 km y 60.67 km respectivamente del **Proyecto**, tal y como se puede apreciar en la **Figura III.3**.

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 la materia. 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 […] O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: […] II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y […].	En cumplimiento con lo dispuesto por el artículo sus incisos y fracciones y tomando como base que el Proyecto implica el desarrollo de obras para la construcción, desarrollo y mantenimiento de un parque fotovoltaico y su infraestructura asociada, es que se somete a evaluación la presente **MIA-R.**
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	La **MIA-R,** se elaboró acatando lo establecido 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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	
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 **RLGEEPA,** se considera que el **Proyecto** no encuentra limitante alguno para su desarrollo. Lo anterior es así, ya que el desarrollo del mismo se ajustará con lo previsto en dicho Reglamento.

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

El **RLGDFS** se publicó en el **DOF** el 9 de diciembre de 2020, y 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:	Tal y como fue mencionado anteriormente, el **Proyecto** presenta vegetación forestal, de manera que requerirá de la

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM; III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales; VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; 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.	obtención de la autorización en materia forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En vista de lo anterior, en su momento y previo al desarrollo de cualquier actividad, se elaborará y someterá a evaluación de esa H. Autoridad, el Estudio Técnico Justificativo (**ETJ**), en el que se demuestre que el Proyecto cumple con los criterios de excepcionalidad para el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

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 son:

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 las especies de fauna en el área de **Proyecto**, a través de la instrumentación de las respectivas acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación con especial énfasis en las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

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 prevención, conservación, mitigación y compensación de manera congruente con el marco regulatorio actual.

III.4.4. Reglamento de la LSE (RLSE).

El **RLSE** publicado el 03 de octubre de 2025 en el Diario Oficial de la Federación (**DOF**), es de observancia general y obligatoria en los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley del Sector Eléctrico que regulan la planeación y el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional, la generación, el almacenamiento y la comercialización de energía eléctrica, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades del sector eléctrico. En línea con ello, a continuación se realiza una vinculación con los artículos aplicables de dicho reglamento.

Tabla III. 12. Vinculación del Proytecto con el RLSE.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 19. Los permisos y autorizaciones que, conforme a la Ley pueden otorgarse, son los siguientes: En el caso de la CNE: I. Permiso de generación de energía eléctrica para: a) Autoconsumo, y b) Generación para el Mercado Eléctrico Mayorista. Estos permisos pueden comprender la modalidad de cogeneración. II. Permiso de comercialización, en las siguientes modalidades: a) Suministradora de Servicios Básicos; b) Suministradora de Último Recurso; c) Suministradora de Servicios Calificados, y III. Permiso de almacenamiento de energía eléctrica.	En cumplimiento a las obligaciones de la presente regulación, se informa que previo al desarrollo de las actividades de generación contempladas, se obtendrán los permisos habilitantes necesarios para la operación del Proyecto.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 192. Los Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica pueden participar de forma conjunta en las actividades de generación y comercialización, asociados o no, a Centros de Carga o Centrales Eléctricas, o bien ser integrados como parte de la infraestructura para el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, así como en los servicios que considere la CNE y la Secretaría, para mantener la Accesibilidad, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, Eficiencia, Seguridad y Sostenibilidad del Sistema Eléctrico Nacional, y contribuir a la Justicia Energética. Los Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica integrados como elementos de infraestructura a la Red Nacional de Transmisión y Redes Generales de Distribución, son considerados como parte de las actividades de transmisión y distribución exclusivas de la Empresa Pública del Estado, por lo que debe ponerlos a disposición del CENACE para mantener la Calidad, Confiabilidad, Continuidad y Seguridad de Despacho del Sistema Eléctrico Nacional. La Empresa Pública del Estado puede proponer para autorización de la Secretaría proyectos y modalidades de participación que incluyan Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica cuando estos sean utilizados con fines sistémicos. El CENACE puede coordinar su operación conforme a los lineamientos técnicos y a los contratos respectivos.	En cumplimiento con ello, se informa que la infraestructura del Proyecto relacionada con las actividades de almacenamiento de energía cumpliran con las especificaciones que para tal efecto sean emitidas por las autoridades competentes, de manera que se estima que se cumple con lo ordenado por el ordenamiento en cuestión.
Artículo 201. Deben presentar para autorización de la Secretaría, la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético a que se refiere el artículo 136 de la Ley, la Empresa Pública del Estado y las personas interesadas en desarrollar proyectos del sector eléctrico sujetos a autorización o permiso en términos de la Ley y el presente reglamento, así como de las disposiciones administrativas de carácter general que en materia de impacto social emita la Secretaría. Las disposiciones administrativas de carácter general deben señalar los formatos, requisitos y características que, además de las previstas en el artículo 136 de la Ley, deben contener las Manifestaciones de Impacto Social del Sector Energético, así como las modalidades en las que se puede presentar.	El Promovente consciente del respeto a los derechos humanos, ya ha elaborado su Evaluación/Manifestación de Impacto Social**,** considerando todos los requisitos exigidos por la normativa. De manera que previo, al desarrollo de cualquier actividad, se informa que se obtendrá el permiso correspondiente.
Artículo 205. La autorización definitiva que emita la Secretaría sobre la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético es un requisito obligatorio previo a que la Empresa Pública del Estado o las personas interesadas en obtener un permiso o una autorización inicien la construcción de la infraestructura.	

III.4.5. Reglamento de la LPTE (RLPTE).

El RLPTE publicado el 03 de octubre de 2025 en el DOF, es de observancia general en los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley de Planeación y Transición Energética en lo que se refiere a la planeación vinculante del Sector Energético, el

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de emisiones contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de contribuir con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética. En línea con ello, a continuación se realiza una vinculación con los artículos aplicables de dicho reglamento

Tabla III. 13. Vinculación del Proyecto con la RLPTE.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 25. La Secretaría debe definir las metas a incluir en los Instrumentos de Planeación del Sector Energético, que pueden ser modificadas como parte de la actualización de cada uno de estos instrumentos de acuerdo con la evolución del Sector Energético, siempre que no impliquen un retroceso en las metas establecidas previamente. Dichas metas deben ser expresadas en porcentajes, tasas o indicadores cuantitativos equivalentes y referidos a lo siguiente: I. Participación en: a) Energías Limpias en la generación de energía eléctrica; b) Energías Renovables en la capacidad firme para la generación de energía eléctrica; c) Electrificación de los usos finales de la energía; d) Energías Renovables en los usos finales de la energía; e) Energías Renovables en la oferta interna de energía, y f) Producción y aprovechamiento de Biocombustibles; II. Reducción de: a) Pobreza Energética; b) Intensidad energética del consumo final; c) Emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y d) Fugas, venteo de metano y el aprovechamiento energético de su captura.	En cumplimiento a lo contemplado por la regulación en cuestión, se informa que el Proyecto se encuentra alineado a las estrategias, planes y programas emitidos hasta la fecha, en el sentido que con su desarrollo se coadyuva con la transisición gradual hacia una generación de energía limpia y favoreciendo las interacciones con los componentes y servicios ambientales. En este sentido, el Proyecto representa el vehículo ideal para la ampliación de la carretera energética en la región y con ello impulsar la atención de los requerimientos energéticos en la zona, realizar una mejora en las condiciones ambientales así como generar beneficios socioeconómicos en la región.
Artículo 27. Las estrategias, líneas de acción, programas y proyectos previstos en los Instrumentos de Planeación del Sector Energético constituyen las políticas públicas de la Secretaría para alcanzar las metas establecidas en la planeación vinculante del Sector Energético.	Se informa que el desarrollo del Proyecto, observará todas y cada una de las políticas públicas que conducen la planeación energética del país, reiterando que su desarrollo coadyuva a las metas y objetivos trazados, a corto, mediano y largo plazo.

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

[redacted]

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 APF y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática. Con lo que las Dependencias y Entidades de la APF 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.

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.**

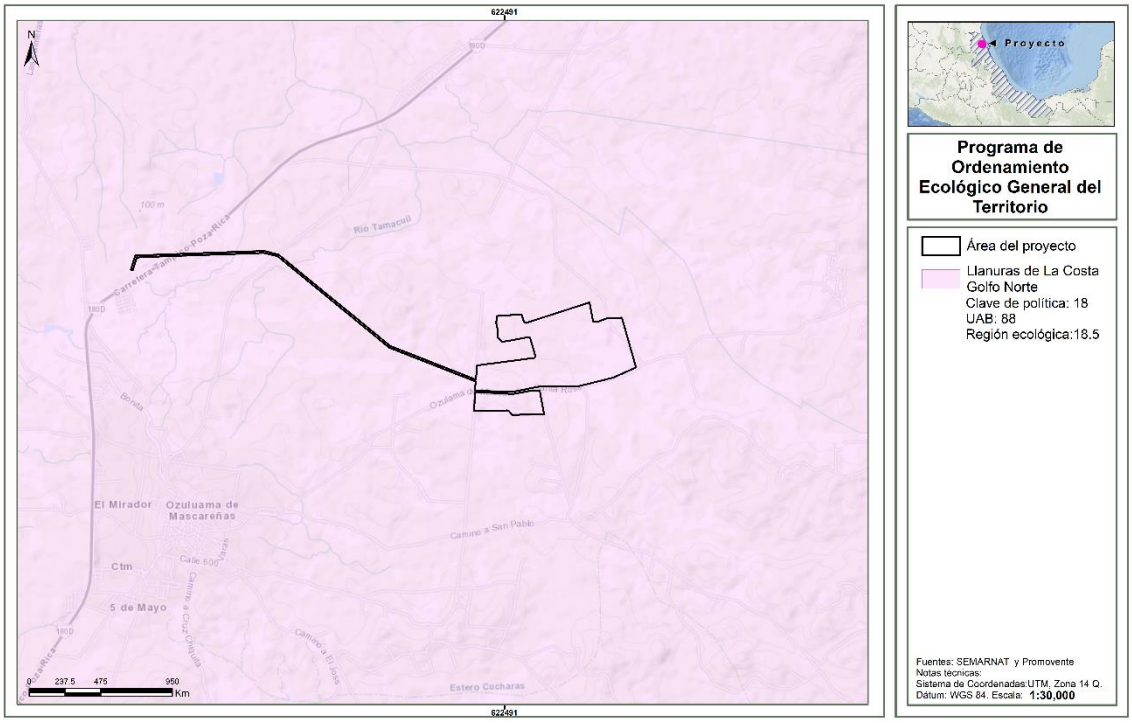
Se definen como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización, dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables al territorio nacional. Se implementan a través de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación 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 estrategias: 1. Las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, 2. Las dirigidas al

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 18.5** número **88** denominada "Llanuras de la Costa Golfo 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. 14. 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
18.5	88	Llanuras de la Costa Golfo Norte	Agricultura y Ganadería	PEMEX	Industria y Minería	Forestal, Turismo	Restauración y Aprovechamiento Sustentable	Muy alta	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 28, 29, 31, 33, 36, 37, 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 del Proyecto son "Restauración y 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 del Proyecto de naturaleza indicativa a la luz de las características jurídicas y técnicas del **POEGT** que se han señalado antes:

Tabla III. 15. 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, 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 y mitigación contempladas en el capítulo VI de la **MIA-R**. Dichas medidas consisten, entre otras, las siguientes: - Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. - Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. - Realizar un monitoreo constante de la fauna presente en el área del proyecto para detectar cualquier impacto negativo y tomar medidas correctivas. - Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares, principalmente de herbáceas, y en donde sea posible. - Se aplicarán acciones de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. - De ser el caso que se tuviera suficientes residuos vegetales producto de la limpieza y despalme, podrán ser recolectados y esparcidos en zonas del Proyecto afectadas temporalmente. - El despalme y limpieza se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto**. - 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. - 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	con las instalaciones eléctricas, lo anterior sin modificar la calidad visual del paisaje. - Se colocarán disuadores (visuales y auditivos) 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. - Se realizarán actividades de reforestación con especies nativas con la finalidad de compensar las actividades de CUSTF. De tal forma que las estrategias impulsan el desarrollo de este dentro de la región, en virtud de que las actividades tal y como se han mencionado, no representan un impacto negativo a los componentes ambientales. Lo anterior, en el sentido que, a través de las medidas de prevención y mitigación se realizará un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes y buscando generar una armonía con los servicios y procesos ambientales de la zona, buscando en todo momento el menor de los impactos posibles. Cabe destacar que el Proyecto no se relaciona con actividades agrícolas, no obstante a través de las medidas antes planteadas, realizará el aprovechamiento sustentable correspondiente.
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.	Derivado que el Proyecto requerirá de las actividades de **CUSTF**, se identifica que se generará un impacto puntual, temporal y reversible en los componentes y servicios ambientales. Lo anterior, en el sentido que, el **Proyecto** contempla la implementación de acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación 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. Destacando que se buscará generar una mitigación y compensació sobre ecosistemas degradados por actividades antropogénicas (agrícolas) para recuperar el valor ambiental de la zona.
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. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que	Conforme a lo estipulado con las estrategias antes transcritas, se desprende que el **Proyecto** no se relaciona con actividades del sector minero, industria textil y/o turístico, por lo que no le resultan aplicables.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 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.
D) Infraestructura y Equipamiento Urbano y Regional 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional	Conforme a lo que se busca con las presentes estrategias, se estima que están impulsan el desarrollo del **Proyecto** al estar acorde con los criterios de competitividad, sustentabilidad y menos costosas, derivado del desarrollo del parque fotovoltaico. Lo anterior, en el sentido que este representa una solución a los efectos del cambio climático, atiende la demanda de energía de un sector en específico y lo que produce un mayor flujo en el sistema eléctrico nacional y con ello impulsa el desarrollo de la zona. Asimismo y como se señalo anteriormente, se contemplan una serie de acciones y medidas encaminadas al aprovechamiento sustentable de los recursos y con los cuales se garantiza la continuidad en los procesos y servicios ambientales de la zona. En línea con ello, se informa que si bien el municipio de Ozuluama carece de un ordenamiento en materia de desarrollo urbano, la promovente en su momento acudirá ante el ayuntamiento municipal a efecto de obtener los permisos y/o vistos buenos correspondientes a efecto de cumplir con las proyecciones contempladas para tales efectos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
E) Desarrollo Social 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 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 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 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, 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 generando una mejora en los componentes ambientales y con ello una mejora en las condiciones de salud en la zona.
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. 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 **18.5 (UAB 88)** 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 evidententeme que existen estrategias que impulsan el desarrollo del **Proyecto** dentro de la región en la que se pretende realizar, y por lo tanto se estima 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**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

III.5.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC).

La parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (**POEMyRGMyMC**), que corresponde a las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes, se expidió mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012.

Su formulación atiende a lo establecido en los artículos 19 BIS, 20 BIS 6 y 20 BIS 7 de la LGEEPA y 51 de su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico (RMOE). Con lo que, desde la perspectiva jurídica los programas de ordenamiento ecológico marino tienen por objeto el establecer los lineamientos y previsiones a que deberá sujetarse la preservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en áreas o superficies específicas ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes; así como los lineamientos y revisiones a que deberá sujetarse el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad en las zonas marianas mexicanas y sus zonas federales adyacentes en los términos de la citada **LGEEPA** y la Ley Federal del Mar.

De manera específica el **POEMyRGMyMC** tiene por objeto regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismo.

De conformidad con lo que se expresa en la introducción de este instrumento, este identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y a optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio, además de que permite dar un marco coherente a las acciones a que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

En este sentido, el área sujeta a ordenamiento ecológico (**ASO**) en el ámbito del **POEMyRGMyMC** está integrada por dos componentes: 1) Área Marina y 2) Área Regional.

1) **Área Marina**. Comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. Incluye 26 ANP de competencia federal con parte de su extensión en la zona marina.
2) **Área Regional**. Abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de seis entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen tres ANP de competencia federal que no tienen contacto directo con el mar, en las que solo aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Se incluyen 14 ANP estatales.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Con lo que el **ASO** tiene una extensión de 995,486.2 km^2, correspondientes a 168,462.4 km^2 del componente Regional y 827,023.8 km^2 del componente marino.

En cuanto al **diagnóstico** realizado para la integración del Ordenamiento, se señala que de acuerdo con el artículo 43 del RMOE, esta etapa tiene por objeto identificar y analizar los conflictos ambientales en el área de estudio, para lo que se elaboraron los análisis de aptitud sectorial considerando los actores socioeconómicos centrales en el **ASO.** En tal sentido se identificaron diversos sectores, esto son: Sector Conservación, Sector Energía, Sector Turismo, Sector Pesca, Sector Puertos y Marina Mercante.

En este contexto, es importante señalar que desde la perspectiva del proyecto que nos ocupa, esto es, que corresponde al sector hidrocarburos, el **POEMyRGMyMC** prevé, en el Sector Energía, Subsector Hidrocarburos, que por sus características geológicas y geoquímicas, así como sus antecedentes productivos, la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del Golfo de México y Mar Caribe ha sido clasificada como una región con alto potencial de riqueza en materia de hidrocarburos, con lo que la presencia de hidrocarburos en aguas del Golfo de México, sobre la plataforma y el talud continental del suroeste, demuestran la existencia de sitios naturales de emanación de hidrocarburos fósiles y de gas metano provenientes de la acumulación de aceite o gas natural que son impulsados por la presión interna a través de zonas de fracturas geológicas.

Reconociéndose en este instrumento de manera expresa, el desarrollo de esta actividad en la zona, al señalar que, al momento de la expedición del ordenamiento, PEMEX se encargaba de la exploración, explotación y distribución de los hidrocarburos en México y, debido a los grandes yacimientos de petróleo en el Golfo de México, tenía una importante presencia en la región, incluyendo plataformas marinas, pozos de exploración, ductos submarinos y plantas industriales.

A este análisis sectorial se agregaron los procesos identificables de escala regional o los particularmente intensos o nocivos de escala local como son la relación existente entre la producción y transporte registrados de contaminantes en las cuencas y los sitios donde dichas aguas desembocan.

Con ello se identificaron como elementos de presión centrales en el sistema no tanto las actividades que se realizan en las aguas costeras y oceánicas como aquellas que se llevan a cabo en la porción terrestre, con excepción de las actividades de explotación de recursos netamente marinos como son las actividades pesqueras y la explotación de hidrocarburos. De ahí que en el ordenamiento se consideró como elemento central a fin de prevenir y restaurar las condiciones ambientales marinas, todo un conjunto de acciones que actúen sobre las principales fuentes de presión sobre el mar, es decir las actividades que de una u otra forma finalmente vacían sus residuos o afectan de manera directa e indirecta la salud de los ecosistemas marinos, aunque dichas actividades se lleven cabo en la porción terrestre del ASO. En este sentido considera aspectos como la fragilidad, presión, vulnerabilidad, y riesgos hidrometeorológicos.

En cuanto al **Pronóstico**, en el **POEMyRGMyMC** se considera que es la evaluación del comportamiento futuro de una situación basándose en el análisis del pasado. No es una predicción de lo que irremediablemente pasará en el futuro. Un pronóstico, en el contexto de este Ordenamiento

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

es información con cierto grado de probabilidad de lo que pudiera pasar. En este análisis se consideran indicadores y escenarios.

Por otra parte, el **Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE**) se estructura a partir de lineamientos ecológicos, Unidades de Gestión Ambiental (**UGA**) y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

Lineamientos ecológicos. Incluye 27 metas o enunciados generales que **reflejan el estado deseable de las UGA,** orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.

UGA. Se prevén 203 UGA que se clasifican en marinas y regionales. Se delimitaron con una combinación de las variables de límites geoestadísticos municipales y cuencas hidrológicas, por lo que en el caso de los límites geoestadísticos, estos no sustituyen ni demeritan los límites "políticos – administrativos" actuales ni los que están en proceso de delimitación, ya que su finalidad es referir información estadística:

- **UGA Marina.** Comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 ANP de competencia federal con parte de su extensión en la zona marina.

- **UGA Regional.** Abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de seis entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). Incluye tres ANP federales que no tienen contacto directo con el mar y 14 estatales.

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 la **UGA**. Se utiliza la abreviatura NA para indicar que una acción no es aplicable en la **UGA** que corresponda.

Estrategia ecológica. Se componen por 26 enunciados de estrategias ecológicas y 165 acciones orientadas al logro de los lineamientos ecológicos. Incluyen los responsables de la realización de las acciones.

- ✓ Las acciones son Generales o Específicas y se asignan a las UGA dependiendo de sus características derivadas del diagnóstico, pronóstico y constituyen los elementos más finos y directos para inducir y lograr el estado deseado (Lineamiento Ecológico) de cada UGA.
- ✓ Las acciones generales (G) aplican a todas las UGA del ASO. Estas Acciones se implementarán en el ASO, por los sectores participantes en el proceso de ordenamiento ecológico de acuerdo a sus atribuciones. Servirán para dirigir las actividades productivas de los sectores hacia un uso sustentable de los recursos y para promover la acción intersectorial para la atención de problemas ambientales en el área. Para cada uno de estas se han identificado los principales sectores responsables para su instrumentación y seguimiento en el programa.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- ✓ Las acciones específicas (A) se asignan a cada UGA de acuerdo con sus diferentes características y en correspondencia con los lineamientos ecológicos.
- ✓ Los principales responsables se encuentran identificados de acuerdo con su participación en el cumplimiento de las acciones.

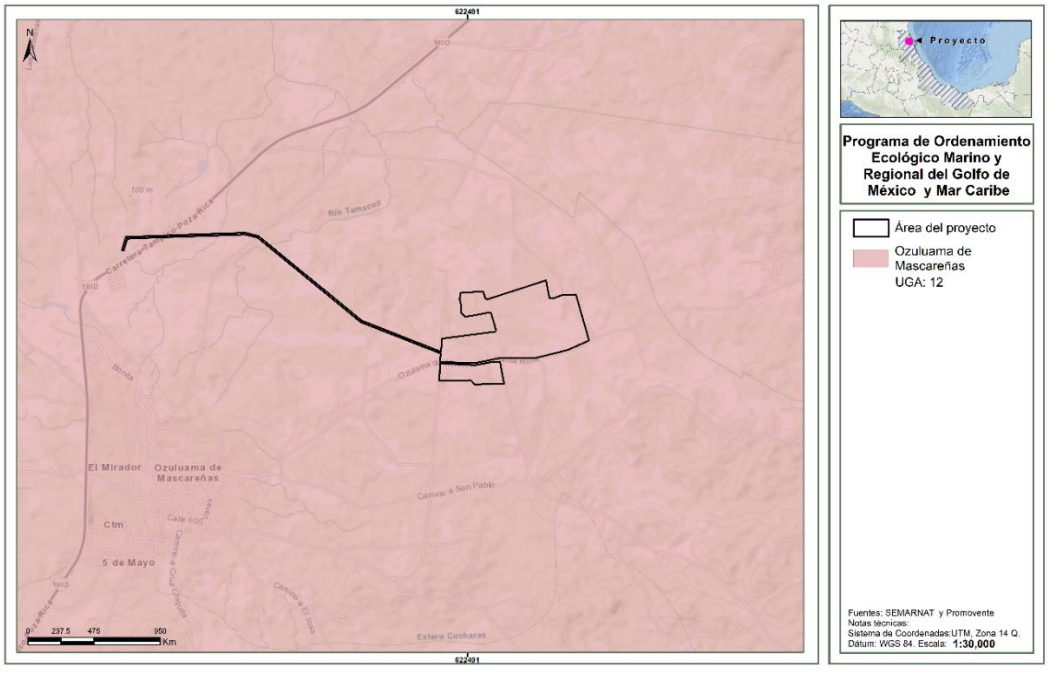
Criterios de Regulación Ecológica. -El **POEMyRGMyMC** considera los siguientes criterios de regulación ecológica:

- ✓ Criterios de regulación ecológica para Islas, que tienen como fin preservar estos ambientes costero-marinos particulares.
- ✓ Criterios de regulación ecológica para la Zona Costera Inmediata (ZCI), dividida en 6 zonas, cuyo fin es precisar acciones a implementar para el desarrollo de actividades en la zona marina adyacente a la línea de costa.
- ✓ Dentro de estos criterios regionales para el área marina se destacan aquellos que se definieron de forma específica para el desarrollo de actividades de la zona marina adyacente al municipio de Solidaridad, en Quintana Roo (ver apartado correspondiente ZCI del Mar Caribe).

En cada ficha de UGA se especifica si aplican los Criterios para Islas (en el campo Islas) o si aplican los Criterios para la ZCI (en el campo Subregión).

Con lo que de conformidad con el **MOE** previsto en el en el **POEMyRGMyMC**, el **Proyecto** guarda una incidencia dentro de la **UGA 12** denominada “Ozuluama de Mascareñas”, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

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



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III. 16. Características de la UGA en la que incide el Proyecto.

UGA	Nombre de la UGA	Municipio y Estado	Lineamientos	Acciones Específicas	Criterios de Regulación Ecológica
12	Ozuluama de Mascareñas	Ozuluama de Mascareñas, Veracruz	1 al 27	A-001 a A-007, A-011 a A-033, A-037 a A-040, A-044, A-050 a A-065, A-068 a A-072, A-075.	ZMC-01, ZMC-02, ZMC-03, ZMC-04, ZMC-05, ZMC-06, ZMC-07, ZMC-08, ZMC-09, ZMC-10, ZMC-11, ZMC-12, ZMC-13, ZMC-14

A continuación, se realizará una vinculación exhaustiva con las acciones generales, específicas y lineamientos aplicables a la **UGA** 6 en la que incide el **Proyecto**.

Tabla III. 17. Vinculación del Proyecto con las acciones generales del POEMyRGMyMC,

Clave	Acciones generales	Vinculación con el Proyecto
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el Proyecto. Aunado con lo anterior el **Proyecto** no realizará un aprovechamiento y/o explotación del recurso hídrico en la zona, por lo que el **Proyecto** es congruente con la acción en cuestión.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. Aunado con lo anterior, el Proyecto no realizará actividades extractivas o de aprovechamiento de especies, además este no se ubica dentro de ninguna UMA como tampoco creará ninguna.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el Proyecto. Siendo el caso que llevará cabo actividades de ahuyentamiento de manera previa a cualquier actividad conforme a la normatividad. Adicionalmente, se debe señalar que no se realizarán actividades extractivas y/o de aprovechamiento de especies de flora y fauna. Por lo que el **Proyecto** es congruente con la acción en cuestión.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Acciones generales	Vinculación con el Proyecto
	de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	En concordancia con la presente acción, el **Proyecto** representa uno de los medios para la reducción de gases de efecto invernadero en el sector eléctrico, con lo que se concluye que las presentes acciones impulsan el desarrollo del **Proyecto**.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	En el desarrollo del **Proyecto** de ninguna forma utilizará o introducirá Organismos Genéticamente Modificados (OGM).
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat. Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El **Proyecto** no se relaciona con la construcción de infraestructura de comunicación terrestre, no obstante se observará la presente acción con la finalidad de prevenir, mitigar y compensar los impactos que se pudieran generar con el desarrollo del Proyecto, a través de las medidas definidas en el capítulo VI encaminadas a garantizar la continuidad de los procesos ambientales de la región. Por lo que este es congruente con lo ordenado por la presente acción.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el Proyecto.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, así como que, el **Proyecto** no se ubica en un ecosistema costero, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Acciones generales	Vinculación con el Proyecto
	costeros por efecto de las actividades humanas.	
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, así como que, el **Proyecto** no se relaciona con parques industriales, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El **Proyecto** no contempla la introducción de especies invasoras dentro de su área, sino que dentro de las actividades de reforestación se pretende introducir especies nativas de la región que favorezcan el desarrollo de las especies.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	La **Promovente** tendrá en consideración la presente acción en la medida de lo posible propiciará su realización.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de ríos.	El **Proyecto** no corresponde a asentamientos humanos, aunado al hecho que este no se ubica en y/o cercano a los cauces naturales de ríos, así como zonas industriales.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	La **Promovente** tendrá en consideración la presente acción como parte de las acciones de contempladas y en la medida de lo posible propiciará su realización.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El **Proyecto** no se relaciona con actividades agrícolas, por lo que la presente acción, no le resulta aplicable.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Acciones generales	Vinculación con el Proyecto
	cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	Sin embargo, el **Proyecto** se ha vinculado con los ordenamientos en materia de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, destacándose su congruencia y compatibilidad.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	La **Promovente** tendrá en consideración la presente acción como parte de las acciones contempladas y en la medida de lo posible propiciará su realización.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, sin embargo y como se ha mencionado, el **Proyecto** dentro de sus medidas de mitigación y compensación contempla la realización de actividades encaminadas a restaurar el posible impacto por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que se realizará. En este sentido, la **Promovente** velará que las especies de flora reforestadas se desarrollen de manera adecuada para que los servicios ambientales de la zona se mantengan e incluso mejoren.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Se toma conocimiento de este criterio y se considerará en su momento.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Clave	Acciones generales	Vinculación con el Proyecto
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, sin embargo, la **Promovente** tendrá en consideración la presente acción.
G027	**Promover el uso de combustibles de no origen fósil.**	**El Proyecto guarda una relación directa con la presente acción, en el sentido que la producción de energía mediante una planta fotovoltaica propiciará la reducción de combustibles fósiles, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que se estima que el desarrollo de este es congruente con lo que busca el presente Ordenamiento.**
G028	**Promover el uso de energías renovables.**	**Las presentes acciones impulsan el desarrollo del Proyecto en el sentido que promueven la instalación y operación de infraestructura para la generación de energía renovable (fotovoltaica), por lo que su desarrollo es congruente con los objetivos del Ordenamiento en cuestión.**
G029	**Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.**	
G030	**Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.**	**Como consecuencia de la implementación del Proyecto, se busca impulsar la eficiencia y confiabilidad energética de la región, con lo que se cumple con lo ordenado por la presente acción.**
G031	**Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.**	**El Proyecto se vincula con lo anterior en el entendido que la generación de energía a través del recurso solar conlleva a una disminución en la emisión de gases de efecto invernadero en virtud de que no se utilizan combustibles fósiles para dicha producción, de manera que se contribuye con lo plasmado en la presente acción general.**
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, aunado a que el **Proyecto** no se relaciona con el uso de hidrogeno para la generación de energía, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Clave	Acciones generales	Vinculación con el Proyecto
G033	**Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.**	**Como se ha mencionado, las acciones en el presente ordenamiento, impulsan el desarrollo del Proyecto, al representar una fuente renovable y/o limpia para la generación de energía, que conlleva una serie de beneficios sociales, económicos y medioambientales a la región.**
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. Sin embargo, es importante mencionar que en concordancia con lo establecido en la presente acción, el **Proyecto** representa el uso de tecnologías limpias para la producción de energía en la región.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	Si bien el **Proyecto** no se encuentra encaminado únicamente al suministro de energía para instalaciones domésticas e industriales, si está relacionado con la mejora en la confiabilidad y eficiencia energética de la región. Lo anterior en virtud de que se atienden una demanda para las diferentes actividades que se desarrollan en la región. Por lo que este, cumple con los objetivos trazados por el Ordenamiento.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. Aunado a que el **Proyecto**, no se relaciona con actividades agrícolas.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	La **Promovente** dentro de su **ETJ** que elabore para la tramitación de la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, evaluará, diagnosticará y propondrá una serie de medidas encaminadas a mantener la calidad del suelo en la zona. Aunado con lo mencionado, dentro del capítulo VI de la presente **MIA-R**, se definen todas las

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Acciones generales	Vinculación con el Proyecto
		medidas y acciones enfocadas a mantener la calidad del componente en cuestión.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, sin embargo, el **Proyecto** ha observado todas las directrices establecidas dentro de los ordenamientos expedidos para su desarrollo, destacándose su compatibilidad y congruencia.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	La **Promovente** en la medida de lo posible implementará todas las medidas necesarias con la finalidad de ser congruente y cumplir con lo ordenado por el Programa de Ordenamiento en cuestión.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. Aunado con lo anterior, se demostrará en el apartado correspondiente que el **Proyecto** es congruente con el Ordenamiento en materia de Desarrollo Urbano aplicable.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. En tal sentido, la **Promovente** implementará todas las acciones encaminadas a prevenir la contaminación del sitio y en caso de que ocurra el evento no deseado, se realizarán las actividades de remediación correspondientes y se dará el aviso a las autoridades competentes.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, aunado al hecho que el desarrollo del **Proyecto** no afectará especies marinas de ningún tipo, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Acciones generales	Vinculación con el Proyecto
	Pesca y Acuacultura Sustentable.	
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. Aunado a que el Proyecto no se relaciona con actividades pesqueras.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**, dado que este no se relaciona con equipamiento de transporte.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. Sin embargo, la Promovente en caso de resultar necesario y aplicable contará con vistos buenos en materia de Protección Civil.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, aunado a que el **Proyecto** no se relaciona con actividades de construcción de viviendas, por lo que no se vincula con este.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	En cumplimiento con lo anterior, la **Promovente** implementará su Programa de Manejo Integral de Residuos en los que se le dará el manejo temporal conforme a la normativa aplicable y su posterior disposición ante terceros autorizados para su disposición final y tratamiento.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Clave	Acciones generales	Vinculación con el Proyecto
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Se informa que para las actividades del Proyecto, se contratarán sanitarios portátiles para los trabajadores en sitio ante un tercero autorizado por la autoridad competente, para su manejo y disposición final de los residuos generados.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Si bien el Proyecto realizará actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, este no se relaciona con el aprovechamiento de recursos maderables. Para tales efectos la **Promovente** obtendrá la autorización correspondiente conforme a la normativa aplicable y previo al desarrollo de cualquier actividad del Proyecto.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública. Sin embargo el **Proyecto** manejará y clasificará los residuos generados con el **Proyecto** conforme a la normativa en materia, para su posterior disposición ante terceros autorizados por las autoridades competentes tratamiento y disposición final.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. Sin embargo, mediante la construcción y operación del Proyecto se coadyuva a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que producen el cambio climático, por lo que este cumple con los

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Acciones generales	Vinculación con el Proyecto
		objetivos marcados por el presente Ordenamiento.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Se generarán residuos peligrosos en bajo volumen como resultado de operaciones de mantenimiento, tales como envases y trapos impregnados.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El **Proyecto** no incide con ninguna **ANP**.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. Así como que este, no se relaciona con infraestructura costera.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. Aunado a que este no se relaciona con actividades agropecuarias.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. Así como que este, no se relaciona con actividades pesqueras y/o acuícolas.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en	Con el desarrollo del **Proyecto** no se pretende realizar construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas, por lo que no se vincula con esta acción.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Acciones generales	Vinculación con el Proyecto
	caso de que sean inevitables.	
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	La naturaleza de esta acción está enfocada al que hacer de la administración pública, por lo que no se vincula con el **Proyecto**. Aunado a que este no se ubica dentro y/o cercano a alguna **ANP.**

Tabla III. 18. Vinculación con las Acciones específicas aplicables al Proyecto.

Acción específica.		Vinculación
A-001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas	Las presentes acciones, se encuentra encaminadas al quehacer de la Administración Pública.
A-002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	
A-003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	
A-005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Las presentes acciones, se encuentra encaminadas al quehacer de la Administración Pública. Aunado a que el **Proyecto** no se relaciona con la extracción, aprovechamiento y/o distribución de dicho recurso.
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises	
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Se estima que la presente acción es de aplicación de la Administración Pública, aunado a que el **Proyecto** no se incide ni se ubica cercano a dichas áreas.
A-011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura	Las presentes acciones, se encuentra encaminadas al quehacer de la Administración Pública.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

	vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	
A-012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	El **Proyecto** no se ubica en un ecosistema o zona de duna costera, por lo que no le resulta aplicable la presente acción.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	Las presentes acciones, se encuentra encaminadas al quehacer de la Administración Pública.
A-014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Las presentes acciones, se encuentra encaminadas al quehacer de la Administración Pública. En línea con esta accione, debe de mencionarse que el **Proyecto** no se ubica en zonas de manglares y humedales, por lo que la presente acción no le resulta aplicable.
A-015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El **Proyecto** no se ubica en un ecosistema o zona de duna costera, por lo que no le resulta aplicable la presente acción.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Como se ha mencionado el **Proyecto** no incide ni se encuentra cercano a ANP´s de los tres niveles de gobierno, y que derivado de ubicarse en zonas de asentamientos humanos, este no impactará de ninguna forma los corredores biológicos existentes.
A-017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Las presentes acciones, se encuentra encaminadas al quehacer de la Administración Pública. Sin embargo, en concordancia con lo mencionado anteriormente, la Promovente en la medida de lo posible, y a través de su programa de reforestación realizará las actividades propuestas en zonas degradadas con la finalidad de cumplir con lo buscado por el presente ordenamiento.
A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la	De acuerdo con lo registrado en los trabajos de campo, se detectó la presencia de una especie de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

	Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	fauna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2020 dentro del Área del Proyecto. Bajo este contexto, se propone la implementación de estrictas acciones de carácter preventivo tales como el ahuyentamiento, rescate y reubicación en zonas que favorezcan su desarrollo, de tal forma que se permita garantizar en todo momento la integridad de la fauna dentro del área del Proyecto.
A-019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable	Si bien la presente acción es de aplicación de la Administración Pública Federal, sin embargo, dentro del Programa Integral de Residuos, se observan y cumplen todos los requerimientos realizados por dicho Ordenamiento a efecto de que el **Proyecto** se encuentre acorde con las obligaciones impuestas.
A-020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El **Proyecto** no se relaciona con el manejo de caña verde, por lo que la presente acción no le resulta aplicable.
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Se informa que la Promovente no realizará descargas de ningún tipo y se establece que las emisiones de contaminantes que se generen como parte de la etapa de construcción del Proyecto, siempre estarán dentro de los límites máximos permitidos establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos	Atendiendo a la ubicación del **Proyecto**, el mismo no se encuentra dentro de zonas costeras sin embargo en caso de que se suscite algún incidente, la **Promovente** realizará todas las acciones de remediación y dará los avisos correspondientes a las autoridades.
A-023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	Dentro de la presente **MIA-R, s**e establecen todas las medidas preventivas y de mitigación respecto de algún tipo de incidente dentro del área del **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

A-024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable	La presente acción impulsa el desarrollo del **Proyecto** en el sentido que promueve la instalación y operación de infraestructura para la generación de energía renovable (fotovoltaica), por lo que su desarrollo es congruente con los objetivos del ordenamiento en cuestión.
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	Si bien la presente acción es de aplicación de la Administración Pública Federal; el **Proyecto** se relaciona en el sentido que prevé la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos, con base en el cual se llevé a cabo una correcta gestión de estos.
A-026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	Las presentes acciones impulsan el desarrollo del **Proyecto** en el sentido que, promueve la instalación y operación de infraestructura para la generación de energía electrica a través de energía renovavble (solar) por lo que su desarrollo es congruente con los objetivos del Ordenamiento en cuestión.
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El **Proyecto** no se enclava dentro de un ecosistema costero, por lo que no le resulta aplicable la presente acción.
A-028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El **Proyecto** no se enclava dentro de un ecosistema de duna costera, por lo que no le resulta aplicable la presente acción.
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	El **Proyecto** no se enclava dentro de un ecosistema costero, por lo que no le resulta aplicable la presente acción.
A-030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	El **Proyecto** no se enclava dentro de un ecosistema costero, por lo que no le resulta aplicable la presente acción.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

A-031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros	El **Proyecto** no se ubica dentro de un ecosistema costero y/o lagunar, por lo que no le resulta aplicable la presente acción.
A-032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El **Proyecto** no se ubica dentro de un ecosistema costero y/o de duna, por lo que no le resulta aplicable la presente acción.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El **Proyecto** no se relaciona con la industria de la energía eólica por lo que no resulta aplicable la presente acción.
A-037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	La presente estrategia es un claro impulso al desarrollo del **Proyecto**, en el sentido que se cumple al llevar a cabo la construcción y operación de una planta fotovoltaica para la generación de energía.
A-038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	Como se ha mencionado, el **Proyecto** no se relaciona con el desarrollo de actividades agrícolas y de generación de energía, por lo que no le resulta aplicable la acción en referencia.
A-039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	La **Promovente** no utilizará agroquímicos sintéticos en ningún momento, por lo que el Proyecto no resulta vinculante con la presente acción.
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El **Proyecto** no se relaciona con actividades acuícolas, de pesca o de aprovechamiento extractivo de especies de fauna, por lo que no le resultan aplicables la presentes acciones.
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A-050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	Si bien la presente acción es de aplicación de la administración pública, la **Promovente** en el presente capítulo realizó una vinculación exhaustiva demostrando la compatibilidad en materia de desarrollo urbano para la implementación del **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

A-051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	Se estima que la presente acción es de aplicación a la administración pública federal.
A-052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	El **Proyecto** no realizará actividades agropecuarias, por lo que no le resultan aplicables las presentes acciones.
A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	
A-054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	
A-055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	
A-056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	
A-057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El **Proyecto** no se relaciona con el establecimiento de zonas urbanas. Aunado a lo mencionado, se establece que el **Proyecto** no se ubica en zona de humedales, dunas costeras, y/o manglares. Asimismo en el capítulo IV de la **MIA-R** se realiza una descripción e identificación sobre la ubicación del **Proyecto** con respecto de zonas vulnerables.
A-058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo	Si bien la presente acción es de aplicación para la Administración Pública, por lo que no resulta aplicable al **Proyecto**.
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	Se estima que la presente acción es de aplicación de la Administración Pública Federal.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

A-060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Se estima que la presente acción es de aplicación para la Administración Pública Federal, sin embargo tal y como se muestra en el Capítulo IV de la presente **MIA-R**, el **Proyecto** ha identificado y caracterizado la ubicación del **Proyecto** con respecto de los elementos naturales y condiciones meterológicas en la región, destacando su compatibilidad.
A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	Se estima que la presente acción es de aplicación de la Administración Pública Federal.
A-062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	En cumplimiento con la presente acción, la pPomovente considerando su Programa de Manejo Integral de Residuos propuesto en el capítulo VI de la **MIA-R**, realizará la clasificación y manejo adecuado a los residuos que sean generados por sus actividades, para su posterior disposición ante los terceros autorizados para su tratamiento y disposición final en sitios autorizados.
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El **Proyecto** no se relaciona con el tratamiento de aguas residuales o la implementación de plantas sobre dichas actividades por lo que no le resultan aplicables las presentes acciones específicas. Todas los requerimientos en esa materia serán atendidos por la contratación de baños portátiles a través de terceros debidamente autorizados por la Autoridad correspondiente, quienes serán los encargados de su disposición en sitios debidamente aprobados.
A-064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	
A-065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	En cumplimiento con la presente acción, la **Promovente** considerando su Programa de Manejo Integral de Residuos propuesto en el capítulo VI de la **MIA-R**, realizará la clasificación y manejo adecuado a los residuos que sean generados por sus actividades, para su posterior disposición ante los terceros autorizados para su tratamiento y disposición final en sitios autorizados.
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en mar.	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	Cabe destacar que el Proyecto no se ubica en una zona costera, no obstante a través de la implementación de dichas medidas se garantiza la no afectación a los componentes hídricos presentes en la zona.
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	Conforme a la naturaleza de la acción, se informa que el Proyecto no se relaciona con el sector de turismo, no obstante a través de las medidas de prevención, mitigación y compensación, se alienan a los criterios de sustentabilidad, en el sentido que se busca nulificar los posibles impactos por su desarrollo. De manera que, dichos impactos tendrán el carácter de puntuales, temporales y reversibles, generando una aprovechamiento sustentable de los componentes y se garantiza la continuidad y calidad de los procesos y servicios ambientales de la región.
A-072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	El **Proyecto** no se relaciona con actividades de turismo y/o construcción de infraestructura carretera por lo que las presentes acciones no le resultan aplicables.
A-075	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	

Asimismo, a continuación se presenta una vinculación exhaustiva con los criterios aplicales a la Zona Costera Inmediata del Sur del Golfo de México en la que incide el Proyecto y definidos por el ordenamiento en cuestión.

Tabla III. 19. Vinculación con los criterios de la Zona Costera Inmediata

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Criterios de Regulación Ecológica		Vinculación
ZGN-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en dichas comunidades.	Tal y como se podrá observar a través de la ubicación del **Proyecto**, se desprende que este no se ubica en comunidades arrecifales, por lo que el presente criterio no le resulta aplicable.
ZGN-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. En todo caso, los estudios de impacto ambiental de obras y actividades en esta zona, deberán considerar estudios que demuestren la no afectación y pérdida de estos ecosistemas.	Derivado de la ubicación del **Proyecto**, este no incide con ecosistemas que presenten pastos marinos, por lo tanto no se realizará ninguna afectación a dichos componentes, de manera que el presente criterio le resulta inaplicable.
ZGN-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.	Tal y como se ha detallado anteriormente, el **Proyecto** no se relaciona con actividades de aprovechamiento de especies de fauna silvestres, y solo se contempla la realización de actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies que se encuentren dentro del área del **Proyecto** para su reubicación en sitios que favorezcan su desarrollo previo y durante el desarrollo de las actividades contempladas para el Proyecto. Lo anterior de conformidad con el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna propuesto como medida de prevención y mitigación en el Capítulo VI de la presente **MIA-R**.
ZGN-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	Derivado de la ubicación del **Proyecto**, este no incide con ecosistemas que presenten zonas coralinas, por lo tanto no se realizará ninguna afectación a dichos componentes, de manera que el presente criterio le resulta inaplicable.
ZGN-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativos	Tal y como se podrá observar a través de la ubicación del **Proyecto**, se desprende que este no

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Criterios de Regulación Ecológica		Vinculación
	como las praderas de pastos marinos, para fines científicos de conservación y preservación, sólo se podrán llevar a cabo conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.	se ubica en comunidades arrecifales, por lo que el presente criterio no le resulta aplicable.
ZGN-06	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El **Proyecto** no se ubica en zonas de playas o zonas costeras, de manera que no realizará ninguna actividad en ecosistemas que presenten especies de tortugas, por lo que no le resulta aplicable dicho criterio.
ZGN-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina debe evitarse el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos los cuerpos de agua. Como una medida preventiva para evitar contaminación marina debe evitarse el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos en los cuerpos de agua.	Se destaca que el **Proyecto** no se ubica en zonas costeras y/o marinas, así como que no realizarán ningún tipo de vertimiento de hidrocarburos en cuerpos y/o corrientes de agua. En función de lo anterior, se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos, en el cual se describe de manera específica que se ralizará una clasificación de los residuos conforme a la normativa en materia (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos), se destinarán zonas debidamente acondicionadas para el almacenaje temporal de los residuos y posteriormente se dispondrán ante terceros autorizados por las Autoridades en materia, para su manejo y/o disposición final en sitios autorizados.
ZGN-08	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	Como se ha mencionado, el **Proyecto** no se ubica en zonas costeras, así como que tampoco se relaciona con actividades de dragado, por lo que no le resulta apicable el presente criterio.
ZGN-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los	Tal y como se podrá observar a través de la ubicación del **Proyecto**, se desprende que este no se ubica en comunidades arrecifales, por lo que el presente criterio no le resulta aplicable.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

	Criterios de Regulación Ecológica	Vinculación
	arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	
ZGN-10	En caso de algún proyecto relacionado con marinas, es necesario la presentación de estudios de impacto ambiental y autorización por parte del INAH en caso de existir vestigios arqueológicos en el sitio, así como específicos como estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos, donde se demuestre que se asegura el mantenimiento de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina, y la no afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	Si bien el Proyecto no se relaciona con zonas marinas, en su momento se tramitará la liberación arqueológica correspondiente que ampare que dentro del sitio del parque no existen vestigios arqueológicos, asimismo se informa que el Proyecto realizará todos los estudios pertinentes para su construcción y operación con base en las mejores prácticas y considerando todos los elementos físicos y ambientales dentro de la zona.
ZGN-11	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	Derivado que el **Proyecto** consiste en la construcción y operación de una planta fotovoltaica con sus componentes asociados, se destaca que no se relaciona con actividades de pesca, por lo que no le resulta aplicable dicho criterio.
ZMC-12	Los proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberán evitar la afectación de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina y de las comunidades marinas presentes en la zona.	Derivado que el **Proyecto** consiste en la construcción y operación de una planta fotovoltaica con sus componentes asociados, se destaca que no se relaciona con obras de construcción de muelles, por lo que el presente criterio no le resulta aplicable.
ZMC-13	Por las características de los efluentes de los sistemas asociados a la zona de las ANP Arrecife Lobos y Sistema Arrecifal Veracruzano, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:5, UGA:12 a UGA:20 y UGA:26 a UGA:37) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para	En función de lo establecido se destaca que el Proyecto no se ubica en ningún tipo de ecosistema de arrecife, así como que no incide con ninguna ANP decretada en los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal), de manera que el presente criterio no le resulta aplicable.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

	Criterios de Regulación Ecológica	Vinculación
	conservar los atributos del sistema Arrecifal colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Golfo de México en particular la zona de humedales costeros del norte de Veracruz y Tamaulipas.	
IS-04	La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	Como se ha mencionado, el Proyecto no se relaciona con la construcción de muelles y/o construcciones marinas, por lo que no le resulta aplicable el presente criterio.
IS-06	En los arrecifes tanto naturales como artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Tal y como se detallo líneas arriba el Proyecto no se ubica en ecosistemas de arrecife y/o en ecosistemas costeros, por lo que no le resulta aplicable el presente criterio.
IS-07	Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.	En función de la naturaleza del Proyecto, la promovente no corresponde a un prestador de servicios acuáticos, por lo que no le resulta aplicable el presente criterio.
IS-08	Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre	Atendiendo a la naturaleza del Proyecto, es evidente que no se relaciona con actividades de buceo y/o actividades acuáticas, por lo que no le resulta aplicable el presente criterio.
IS-11	La construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.	Se destaca que el **Proyecto** no se ubica en zonas costeras y/o marinas, así como que el Proyecto no realizarán ningún tipo de vertimiento de desechos en cuerpos y/o corrientes de agua. En función de lo anterior, se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos, en el cual se describe de manera específica que se ralizará una clasificación

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Criterios de Regulación Ecológica		Vinculación
		de los residuos conforme a la normativa en materia (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos), se destinarán zonas debidamente acondicionadas para el almacenaje temporal de los residuos y posteriormente se dispondrán ante terceros autorizados por las Autoridades en materia, para su manejo y/o disposición final en sitios autorizados.
IS-12	Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.	El Proyecto no se ubica dentro de la superficie de la isla, así como que no realizará ningun tipo de introducción de especies exóticas en la región. Asimismo, se informa que las actividades de reforestación contempladas se realizarán con especies nativas y que favorezcan el desarrollo de las condiciones ambientales dentro de la región.
IS-13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.	Como se mencionó, el Proyecto no se ubica dentro de la superficie de la isla, así como que a través de las actividades de reforestación se compensará el impacto causado por las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, generando un aprovechamiento sustentable de los recursos y componentes ambientales de la zona, garantizando su continuidad y calidad.
IS-14	En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR.	Atendiendo a la ubicación y naturaleza del Proyecto, es evidente que el presente criterio no le resulta aplicable.
IS-15	Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.	Como se ha mencionado, el Proyecto no se ubica dentro de la superficie de ninguna isla y/o ANP en sus tres niveles de gobierno, por lo que no le resulta aplicable el presente criterio.
IS-16	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.	Se estima que el presente criterio se encuentra encaminado al quehacer de la APF, así como que el Proyecto no se relaciona con actividades de aprovechamiento de especies de fauna, por lo que no le resulta aplicable dicho criterio.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

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 las Acciones generales, específicas, lineamientos y políticas definidas. Aunado a lo mencionado, el propio Ordenamiento establece criterios que impulsan no solo el desarrollo de Proyectos de energía con fuentes limpias, sin que expresamente impulsa el desarrollo de proyectos fotovoltaicos, como lo es el caso en concreto, por lo que se estima que su desarrollo se encuentra acorde con 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.5.3. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz (PEOTDUV).

El **PEOTDUV** fue publicado el 18 de junio de 2021 en el periódico oficial del estado de Veracruz y tiene por objeto contribuir a disminuir las desigualdades socioterritoriales de Veracruz a través del reconocimiento de las diferencias territoriales que se expresan en la entidad mediante un estudio normativo-programático que cuente con la participación y validación de las y los veracruzanos para asegurar que el desarrollo del estado sea sostenible y brinde prosperidad y bienestar a sus habitantes

Así, el **PEOTDUV** se divide en ocho grandes fases que corresponden, cada una, a apartados del presente instrumento de planeación: (1) antecedentes; (2) diagnóstico ciudadano; (3) diagnóstico territorial; (4) pronóstico y escenarios futuros; (5) imagen objetivo: (6) Modelo de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano; (7) instrumentación; y (8) evaluación y seguimiento.

En este sentido, derivado del diagnóstico realizado del estado actual de los diferentes componentes ambientales, sociales y económicos que se ubican dentro de la entidad, se propone una imagen objetivo a efecto de que todas las acciones y actividades que se desarrollen dentro del estado de Veracruz se encuentren encaminadas a alcanzar los objetivo y metas trazadas para tales efectos. Para lo anterior el PEOTDUV define un Modelo de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo Urbano en el cual se integran las propuestas elaboradas en concordancia con los hallazgos del diagnóstico, la aptitud territorial y la visión futura de Veracruz, consensuada a través de la participación ciudadana.

Este proceso se caracteriza por encontrar el equilibrio entre los factores y actividades de ocupación del territorio, los recursos naturales, las actividades productivas, la ubicación y crecimiento de los asentamientos humanos, el cumplimiento de los requerimientos de la población, y la superación de las desigualdades y la pobreza.

El Modelo tiene tres principales productos: las Unidades de Gestión Territorial, el sistema de ciudades estatal y la cartera de proyectos.

Las Unidades de Gestión Territorial (**UGT**) son una zonificación funcional del territorio en términos de dinámicas o características físicas, tienen como intención proveer de una tipología del territorio la cual condicione el comportamiento de las actividades económicas propuestas en el contexto

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

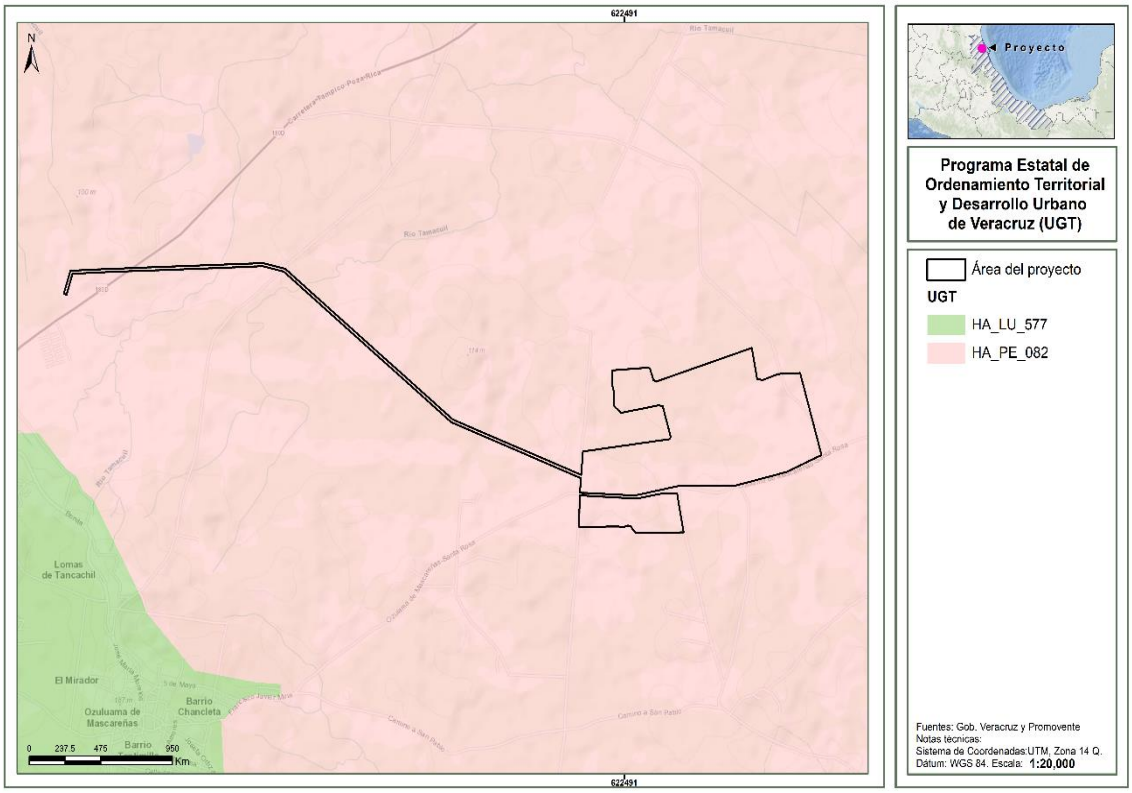
fisiográfico del Estado. A estas áreas mínimas territoriales se les asignan estrategias, metas, objetivos, directrices y políticas para el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano. Para la elaboración de estas UGT se emplea el análisis estadístico-geográfico de Residuales de Grower.

Así el **PEOTDUV**, define un total de 603 UGT´s dentro del territorio estatal, a las cuales se les definirán políticas, lineamientos y estrategias con la finalidad de inducir las actividades al escenario y/o imagen obetivo planteado en dicho ordenamiento.

En función de lo anterior y derivado de una revisión exhaustiva al PEOTDUV, se identificó que el Proyecto presenta una incidencia dentro de la UGA identificada con la nomenclatura "HA_PE_082", a la cual se le define una política de aprovechamiento sustentable, tal y como se aprecia a continuación:

Figura III. 6. Ubicación del Proyecto respecto de la UGT´s definidas en el PEOTDUV.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



En este sentido, a continuación se transcribe las características definidas por el **PEOTDUV** que le son aplicables a la **UGT** en la que incide el Proyecto.

Tabla III. 20. Características de la UGT del PEOTDUV en la que incide el Proyecto.

UGT	Política	Lineamientos
HA_PE_082	Aprovechamiento Sustentable.	2,4,8,11,12,16,18,37,40,43,49,58,59.

Bajo este contexto y con la finalidad de justificar la viabilidad y compatibilidad del Proyecto dentro de la **UGT** en la que incide, a continuación, se presenta una vinculación con los lineamientos aplicables.

Tabla III. 21. Vinculación del Proyecto con los lineamientos aplicables y definidos por el PEOTDUV.

Lineamiento		Vinculación
2	Aprovechar de manera sustentable las áreas de agricultura de riego mejorando su productividad.	En relación con los lineamientos en mención, y atendiendo a la naturaleza del Proyecto,se identifica que no se relacionan con actividades agrícolas ni

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Lineamiento		Vinculación
4	Aprovechar de manera sustentable las áreas agrícolas y pecuarias.	pecuarias, sin embargo, se destaca que para su implementación se cumple con el aprovechamiento sustentable de los recursos en el área, en el sentido que se implementará una serie de acciones y medidas encaminadas a prevenir, mitigar y compensar todos los posibles impactos que se pudieran generar con el desarrollo de las actividades de construcción y operación del Proyecto. Las medidas en mención se encuentran desglosadas dentro del capítulo VI de la presente **MIA-R.**
8	Realizar actividades agropecuarias y consumo eficiente del agua mediante sistemas de tecnificación.	Como se mencionó anteriormente, el Proyecto no guarda ninguna relación con actividades agrícolas, así como que no pretende ningún tipo de aprovechamiento y/o extracción del recurso hidríco, por lo que no le resulta aplicable el presente lineamiento.
11	Asegurar que el manejo y aprovechamiento de la biodiversidad enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, quedará sujeto a lo que establece la Ley General de Vida Silvestre.	El Proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a las especies de fauna en el área del Proyecto, a través de las distintas medidas y acciones contempladas en el capítulo VI de la presente MIA-R. Si bien conforme a los muestreos realizados se identificó una especie de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se destaca que la Promovente implementará las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies, para su relocalización en sitios que favorezcan su desarrollo en la región.
12	Incrementar en al menos en un 10% la cobertura forestal en UGT´s con actividad agropecuaria, no incluyendo los cercos vivos, para asegurar la conservación de especies y mantener los corredores de fauna.	En relación con lo requerido en el lineamiento en cuestión se destaca que el Proyecto es compatible en el sentido que se contempla una serie de acciones y medidas como la reforestación con especies nativas, así como actividades de revegetación natural encaminadas a la conservación de especies tanto de flora como de fauna, garantizando la continuidad y calidad en los componentes y procesos ambientales.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Lineamiento		Vinculación
16	Implementar prácticas silvopastoriles para la ganadería extensiva, considerando especies y tecnologías adecuadas a cada unidad de producción.	Como se ha mencionado, el Proyecto no se relaciona con actividades agrícolas por lo que le resulta aplicable el presente lineamiento, por lo que no le resulta aplicable el presente lineamiento.
18	Regular las quemas agrícolas con base en la NOM-015-/SAGARPA-007.	Se destaca que el Proyecto en ningún momento realizará actividades de quema de vegetación en el sitio, y que todas las actividades de deshierbe, despalme y/o remoción de vegetación se realizará a través de medios manuales y/o utilizando maquinaria específica para dichas actividades.
37	Requerir que las áreas agrícolas estén provistas de una cubierta vegetal permanente o bien recubierta con esquilmos agrícolas para prevenir la erosión.	Se informa que si bien el Proyecto no se relaciona con actividades agrícolas, en cumplimiento por lo ordenado por el presente lineamiento, se informa que conforme a las medidas contempladas en el capítulo VI de la MIA-R, se garantizará que en el desarrollo del Proyecto se prevenga la erosión del suelo. Dichas acciones y medidas consisten en: - Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura; - Rehabilitación de suelos en áreas de maniobras, de trabajos temporales y en el derecho de vía de la línea de transmisión, efectuando escarificación una vez finalizada la etapa de construcción; - Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión, una vez finalizada la etapa de construcción y llevada a cabo la escarificación de las áreas mencionadas; - El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina; - El material vegetal resultante del desmonte durante la preparación del sitio, así como de la poda de vegetación de áreas revegetadas durante la operación y mantenimiento será triturado y dispuesto sobre el suelo como cobertura vegetal, útil

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Lineamiento		Vinculación
		para su protección y mitigación de los procesos erosivos, así como para su reincorporación como materia orgánica (durante la operación se hará la poda de áreas revegetadas para mantenerla como un estrato bajo que no represente un riesgo para la infraestructura eléctrica); - Se humedecerá el área antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, así como en áreas de terracerías, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera; - Acciones específicas encaminadas al control de erosión de suelos, así como conservación de los patrones de escurrimiento y niveles de infiltración en el **AP.** En función de lo anterior, se garantiza que con el desarrollo del Proyecto se mantendrán la calidad en los procesos y componentes ambientales dentro del sitio donde se pretende implementar.
40	Implementar la rotación de cultivos para mejorar las características físicas del suelo incluyendo cultivos de cobertura.	Como se ha mencionado, el Proyecto no se relaciona con actividades agrícolas por lo que le resulta aplicable el presente lineamiento.
43	Establecer cultivos con una cobertura de entre el 75 al 100% del área total, en las UGT´s destinadas a la agricultura, para evitar la erosión.	Como se ha mencionado, el Proyecto no se relaciona con actividades agrícolas por lo que le resulta aplicable el presente lineamiento. Sin embargo y como se expuso líneas arriba, el Proyecto contempla una serie de medidas encaminadas a prevenir la erosión del suelo presente.
49	Considerar la implementación sistemas de riego con la utilización de fuentes de energía alterna.	Si bien el Proyecto no se relaciona con actividades agrícolas, el presente lineamiento impulsa la generación de energías alternas, como lo es la fotovoltaica, de manera que el Proyecto es compatible con las directrices del presente Ordenamiento.
58	Verificar e implementar el uso de agroquímicos permitidos en la normatividad ambiental, evitando su aplicación en áreas cercanas o dentro de UGT´s prioritarias de	Como se ha mencionado, el Proyecto no se relaciona con actividades agrícolas por lo que le resulta aplicable el presente lineamiento.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Lineamiento		Vinculación
	conservación, de conservación, restauración, áreas naturales protegidas y cuerpos de agua.	Aunado a lo anterior, no se implementará el uso de agroquímicos de ningún tipo.
59	Restringir las quemas en zonas establecidas para la actividad agrícola, conforme lo determine la autoridad correspondiente.	Se destaca que el Proyecto en ningún momento realizará actividades de quema de vegetación en el sitio, y que todas las actividades de deshierbe, despalme y/o remoción de vegetación se realizará a través de medios manuales y/o utilizando maquinaria específica para dichas actividades.

En tal sentido, derivado de la vinculación realizada para el Ordenamiento y la naturaleza del Proyecto, se desprende que este es compatible y congruente con lo establecido en los lineamientos y políticas definidas. Aunado a lo mencionado, el propio Ordenamiento establece criterios que impulsan el desarrollo del Proyecto y que son compatibles con la construcción y operación de este, 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.

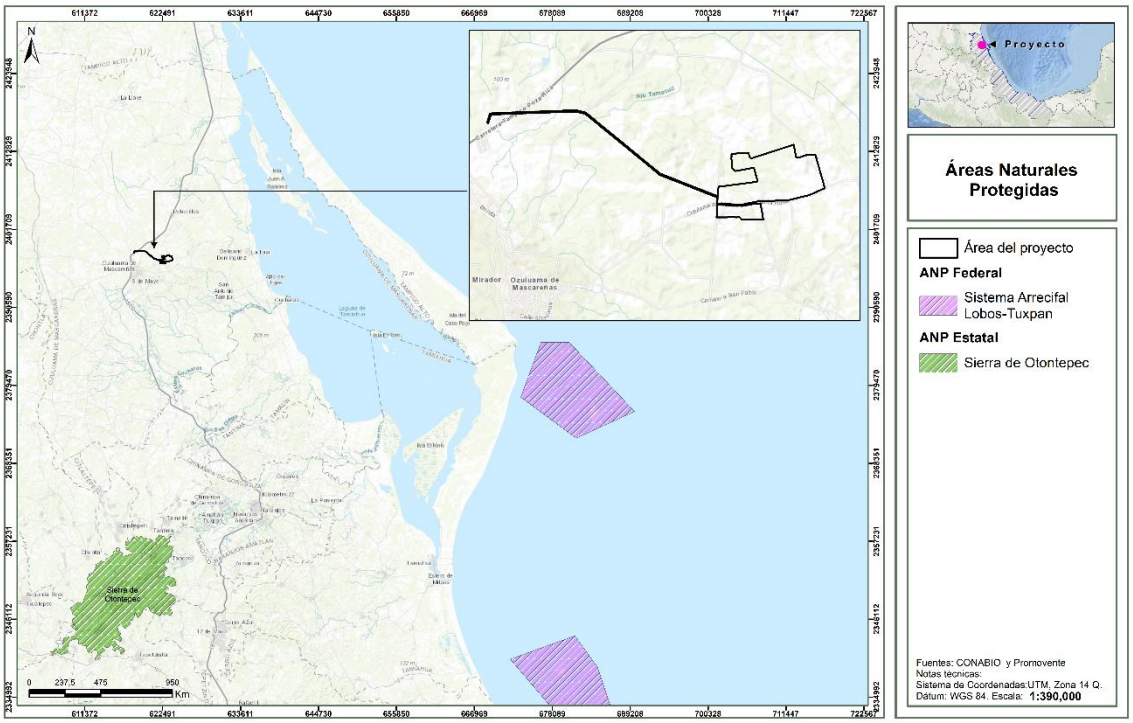
III.6.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP).

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. 7. 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

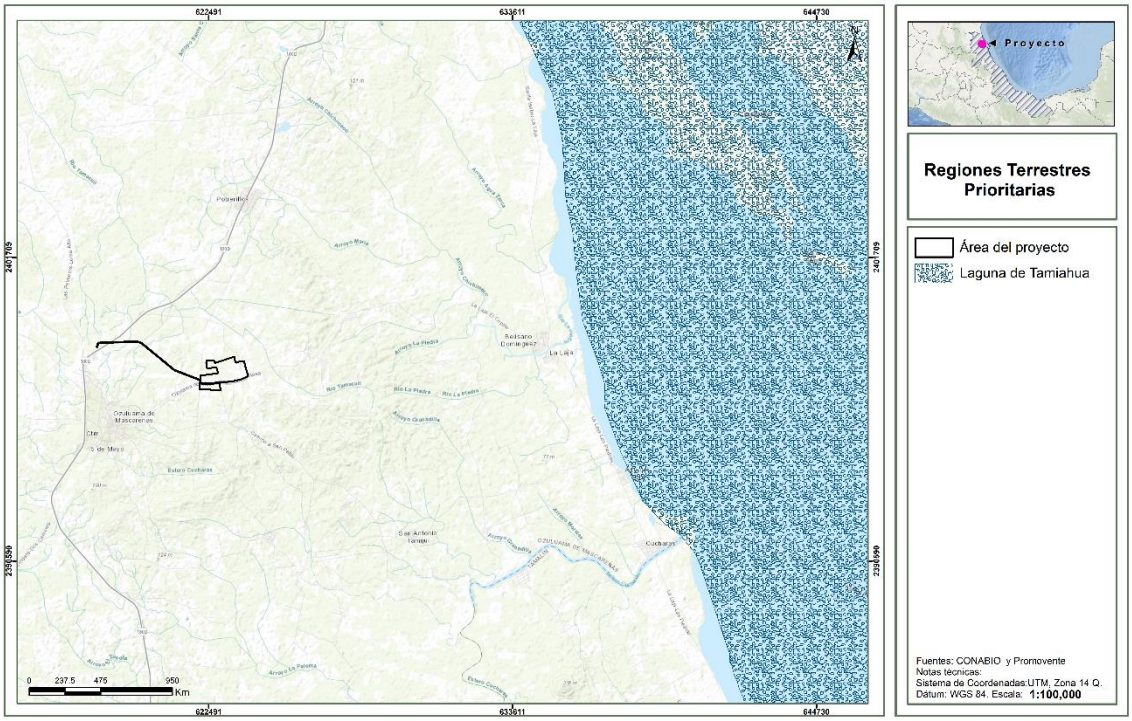
México. En este sentido, en los siguientes apartados se analizaron cada una de ellas a la luz del **Proyecto**, realizándose en aquellas que resulten aplicables, la vinculación respectiva.

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. 8. Ubicación del Proyecto con respecto de RTP´s

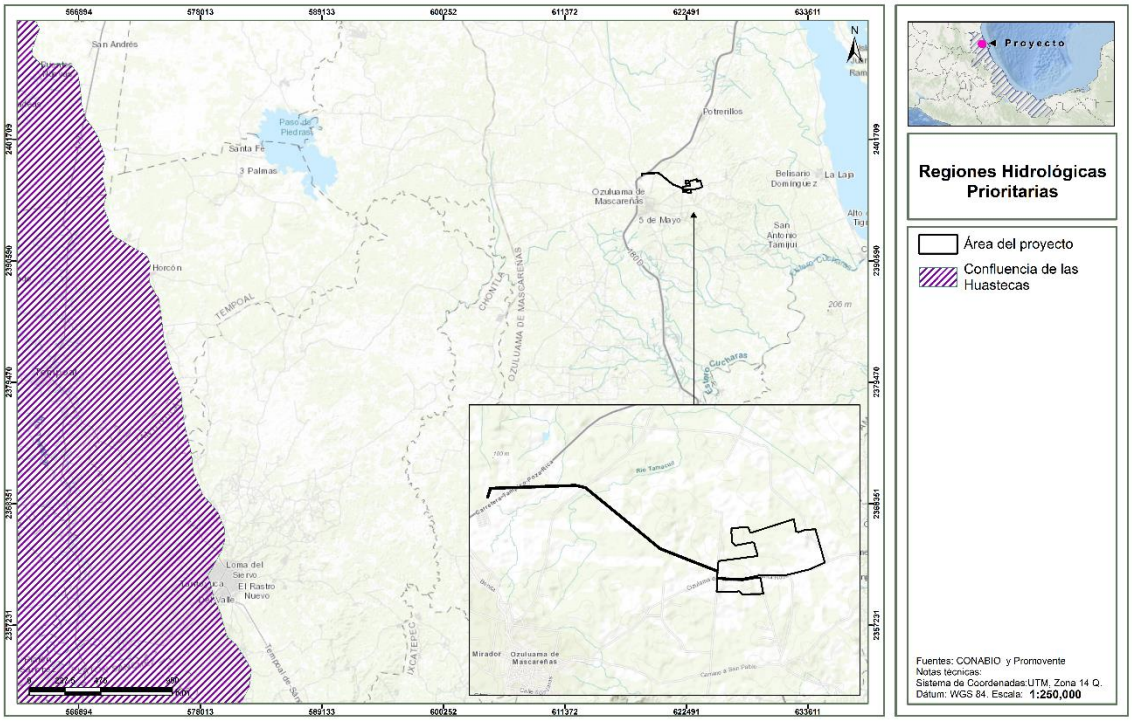


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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, el Proyecto no incide con ninguna **RHP**, tal y como se puede observar en la siguiente figura:

Figura III. 9. Ubicación del Proyecto con respecto de RHP´s.

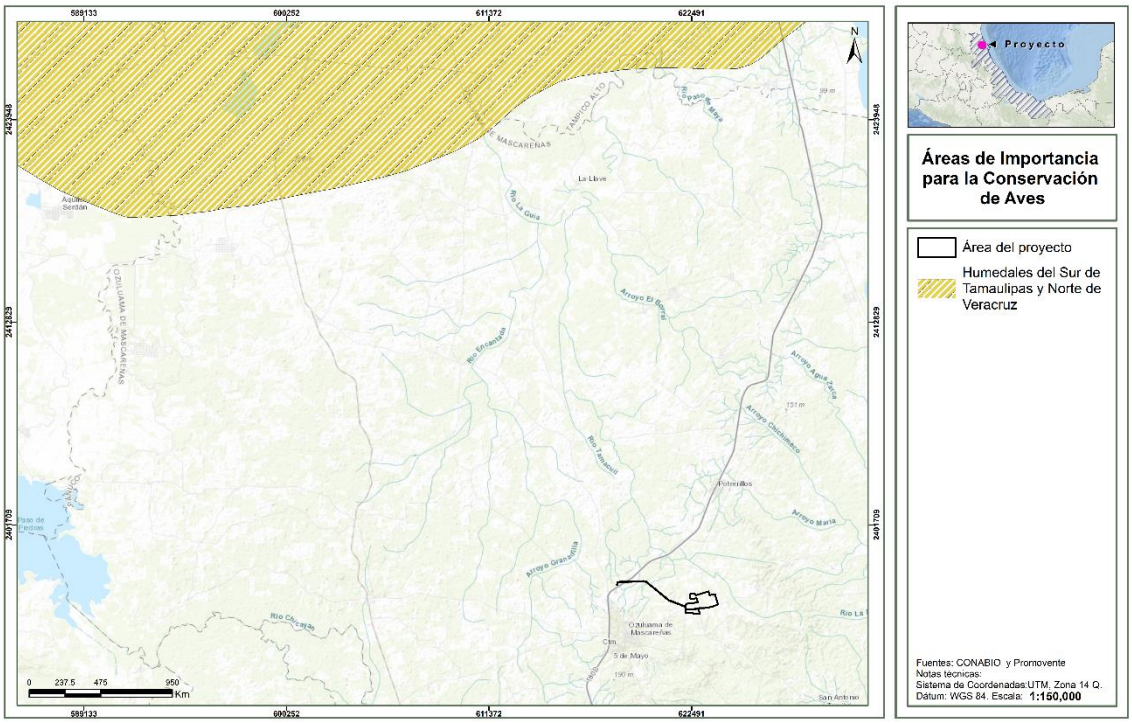


III.6.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA).

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 incide dentro de ninguna **AICA**, tal y como se observa en la siguiente figura**.**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III. 10. 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*.

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**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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)[4].

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.

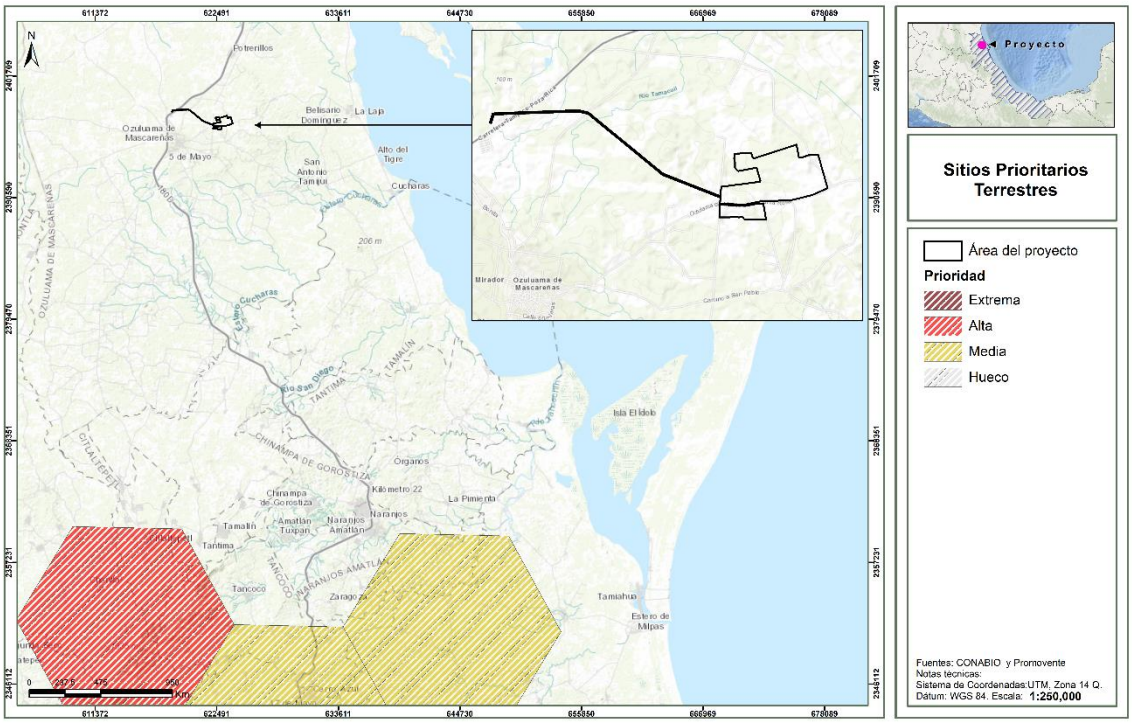
Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible.

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

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III. 11. 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[5].

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[6].

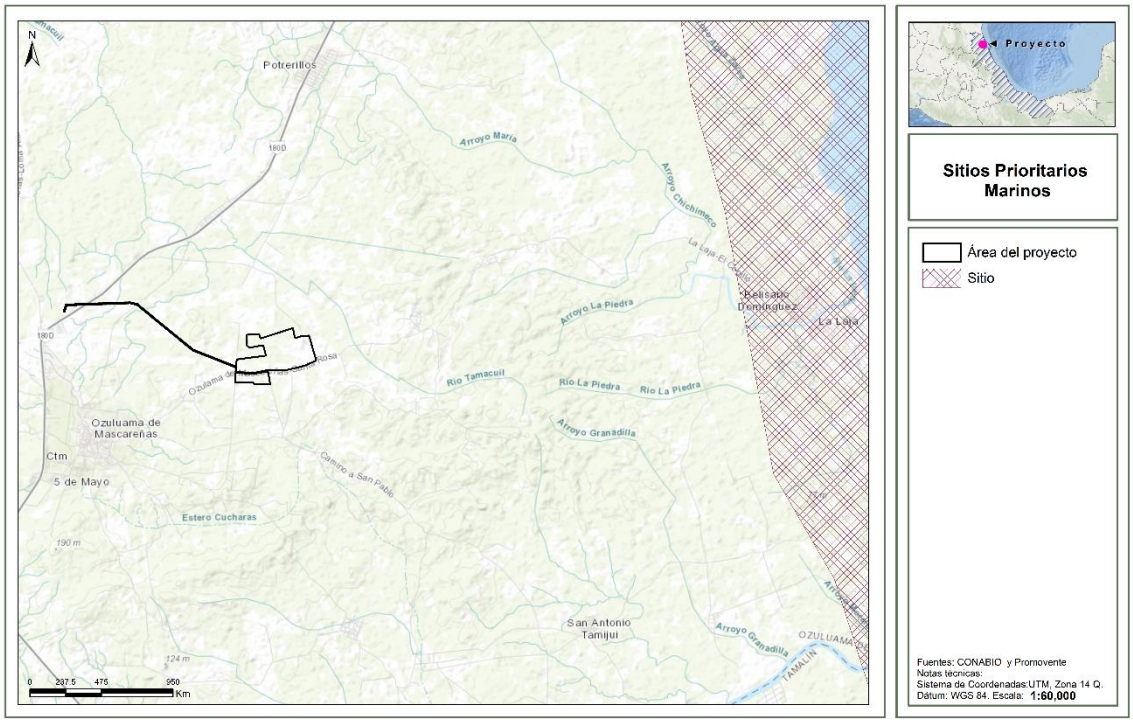
Con esto, el análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina representa una referencia para la toma de decisiones e identificación de prioridades relacionadas con los

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ecosistemas marinos para el conocimiento, conservación y manejo sustentable de estos recursos. En el caso de este **Proyecto** debido a su localización, no incide en algún **SPM**, tal y como se puede observar en la siguiente figura.

Figura III. 12. 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[7].

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.

[7] 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[8]

En el caso del **Proyecto**, tal y como se puede observar en la siguiente figura**,** incide gran parte de este con el **SPAE** identificado bajo el COV ID: 51983**.**

Figura III. 13. Ubicación del Proyecto con respecto de los SPAE.



De manera que de una revisión a la base de datos oficial emitida por la **CONABIO**, no se identifica la existencia de alguna ficha técnica para dicho sitio con la cual se puedan vincular las actividades

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

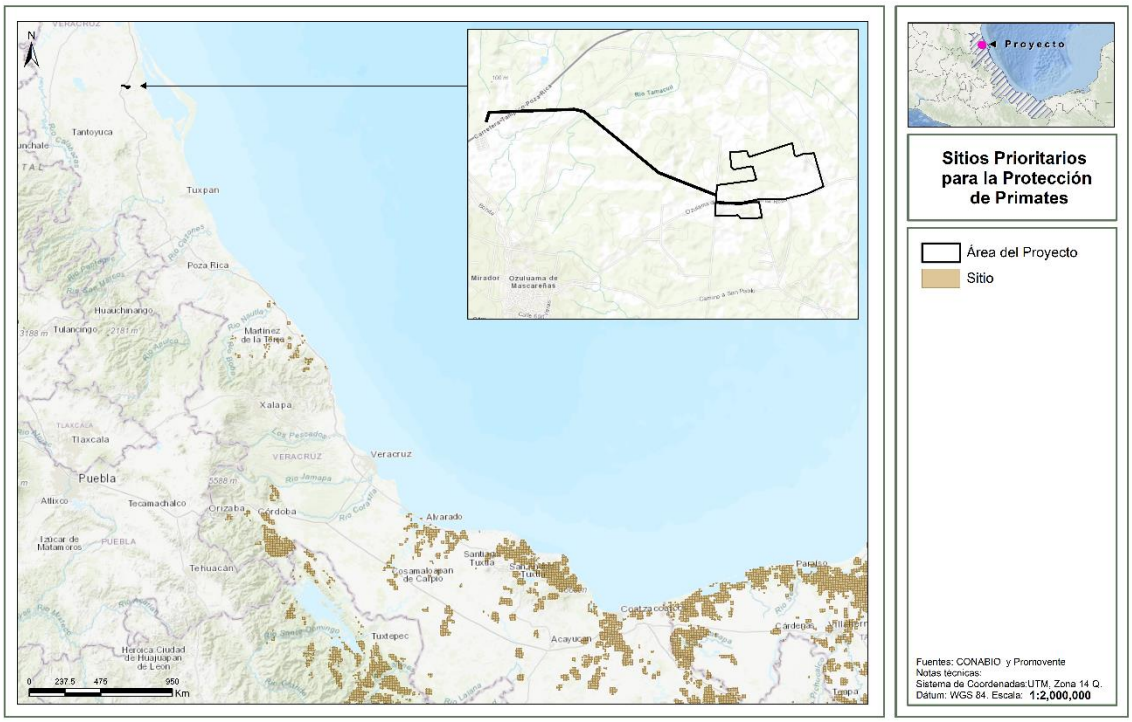
del **Proyecto**. No obstante lo mencionado y conforme a la implementación de las acciones específicas contempladas en el capítulo VI del presente estudio, se garantiza la continuidad y calidad de los servicios ambientales de la región.

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*)[9].

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. 14. 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:

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.7.1. Aire.

En este rubro, se identificaron las siguientes:

Tabla III. 22. 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. El uso de los vehículos que podrían usar los combustibles contemplados en las NOM, serán tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción, como en la etapa de operación, de manera que se pedirá a los contratistas y/o transportistas cumplir con los mantenimientos preventivos y las verificaciones vehiculares correspondientes que amparen que el uso de los vehículos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos.
NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	
NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	
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-076-SEMARNAT-2012, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	
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.”	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.7.2. Residuos.

Para este componente, se identificaron las siguientes:

Tabla III. 23. 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. 24. NOM´s en materia de flora y fauna

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.”	Se identificó que en el área del **Proyecto** existe una especie listada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** conforme al muestreo de fauna, no obstante la **Promovente** implementará las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con especial enfásis en dichas especies, con la finalidad de ubicarlas en sitios que favorezcan su desarrollo.

III.7.4. Ruido.

Para este rubro, se identificaron las siguientes

Tabla III. 25. 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,
NOM-081-SEMARNAT-1994, “Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición”.	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

NORMA OFICIAL MEXICANA	Vinculación
	asimismo, realizará los monitoreos que se requieran para verificar el cumplimiento de dichos límites.

III.7.5. Aguas Residuales.

Tabla III. 26. 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. 27. 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.
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. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Ozuluama de Mascareñas, Veracruz (PDUMOMV)

Derivado de una revisión a las bases de datos oficiales estatales y municipales, se identificó que actualmente el municipio de Ozuluama de Mascareñas, en el estado de Veracruz, carece de un

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

ordenamiento en materia de desarrollo urbano en el que se definan las directrices aplicables para el ordenamiento y usos de suelo definidos. No obstante lo mencionado, la Promovente en su momento realizará un acercamiento con la Autoridad Municipal a efecto de tramitar todos los permisos, licencias, factibilidades y/o vistos buenos para la construcción y operación del Proyecto.



DETALLE

Ejercicio	2024
Fecha de inicio del periodo que se informa	01/01/2024
Fecha de término del periodo que se informa	31/12/2024
Denominación del Plan y/o Programa de Desarrollo Urbano	No se encuentra en el Ayuntamiento
Hipervínculo al documento completo del Plan municipal	Consulta la información
Lineamientos por objetivos del Plan municipal	Hasta el momento se ha realizado
Hipervínculo a los documentos de mapas de apoyo	Consulta la información
Área(s) responsable(s) que genera(n), posee(n), publica(n) y actualizan la información	Secretaria
Fecha de validación	31/12/2024
Fecha de Actualización	29/12/2024
Nota	Hasta el momento no se han realizado planes y programas de desarrollo urbano
Fecha creaciÃ³n del registro	29/01/2025
Fecha modificaciÃ³n del registro	29/01/2025

II.9. OTROS INSTRUMENTOS.

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

El **PND**, publicado el 15 de abril de 2025 en el **DOF**, es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad.

Este Plan se articula sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales que estructuran la política pública en su conjunto:

- Eje general 1: Gobernanza con justicia y participación ciudadana;
- Eje general 2: Desarrollo con bienestar y humanismo;

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Eje general 3: Economía moral y trabajo;
- Eje general 4: Desarrollo sustentable;
- Eje transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres;
- Eje transversal 2: Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional; y,
- Eje transversal 3: Derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas.

En el presente análisis se establece la vinculación del Proyecto con el **PND**, toda vez que, como se expondrá a continuación, el Proyecto contribuye de manera directa a la consecución de los objetivos planteados, particularmente en el Eje general 4, denominado "*Desarrollo Sustentable*". Este eje reconoce como prioridad la transición hacia un modelo energético basado en fuentes limpias y renovables, con el propósito de reducir las emisiones contaminantes, alcanzar las metas nacionales en materia de energías limpias y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el país en la lucha contra el cambio climático.

En este contexto, el desarrollo del Proyecto, consistente en una planta de generación fotovoltaica, se encuentra plenamente alineado con las directrices del **PND**, al promover una fuente de energía limpia y contribuir a la transformación del sistema energético nacional. El Plan establece expresamente que "la consolidación de un modelo energético sustentable y una gestión responsable de los recursos naturales son claves para garantizar la viabilidad ambiental, económica y social del país a largo plazo". Bajo esta premisa, el Proyecto no solo representa una alternativa energética limpia, sino que también incide positivamente en la reducción de impactos ambientales asociados al uso de combustibles fósiles.

En ese contexto, si bien el **PND** contempla objetivos y estrategias para cada uno de sus ejes, únicamente nos enfocaremos en el Eje de Desarrollo Sustentable, por ser el que guarda relación directa con la naturaleza de la presente **MIA-R**. En la siguiente tabla se presenta la vinculación correspondiente entre dicho eje y el Proyecto, con el propósito de evidenciar su compatibilidad con las directrices establecidas:

Tabla III. 28. Vinculación del Proyecto con el PND.

Ejes	Vinculación
Eje general 4. Desarrollo Sustentable	
Objetivo 4.1: Fortalecer la seguridad y la soberanía energética, promoviendo la autosuficiencia con un enfoque sustentable que garantice el acceso equitativo a la energía y reduzca la dependencia del exterior.	Si bien este objetivo está orientado al ámbito de la Administración Pública, el desarrollo del Proyecto representa un aprovechamiento sustentable de los recursos, promoviendo así un modelo energético accesible y compatible con el medio ambiente.
Estrategia 4.1.1 Impulsar la innovación y la formación de talento especializado para fortalecer el sector energético con tecnología de vanguardia.	Si bien las presentes estrategias, se encuentran encaminadas al quehacer de la Administración Pública, se destaca que con el desarrollo del Proyecto se impulsará el cumplimiento a las metas y objetivos diseñados por la política pública enfocadas a la transición energética hacia fuentes renovables.
Estrategia 4.1.2 Diseñar un plan de expansión del Sistema Eléctrico Nacional que garantice el suministro con producción nacional.	
Estrategia 4.1.3 Mantener e incrementar la producción de hidrocarburos para reducir la dependencia externa y asegurar el abastecimiento energético.	Las presentes estrategias, se encuentran encaminadas al quehacer de la Administración Pública. Aunado a lo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ejes	Vinculación
Eje general 4. Desarrollo Sustentable	
Estrategia 4.1.4 Ampliar las reservas de hidrocarburos de forma sustentable mediante proyectos estratégicos de exploración y producción.	anterior, el Proyecto no se relaciona con actividades del sector de hidrocarburos.
Estrategia 4.1.5 Fortalecer las capacidades operativas y financieras de las empresas públicas del Estado, priorizando la eficiencia y el desempeño ambiental.	Las presentes estrategias, se encuentran encaminadas al quehacer de la Administración Pública, por lo que no se vinculan con el desarrollo del Proyecto.
Estrategia 4.1.6 Consolidar la producción de biofertilizantes en la petroquímica de Pemex para fortalecer la producción agroecológica y el desarrollo sustentable en comunidades con mayor rezago.	
Objetivo 4.2: Impulsar proyectos estratégicos de energías limpias, modernizar la infraestructura eléctrica y fomentar la innovación tecnológica para reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental.	En ese sentido, se establece un claro impulso al desarrollo de Proyectos que promuevan la transición energética a través de fuentes limpias, como lo es la construcción y operación de una planta fotovoltaica, con la cual se promueve atender la problemática de las consecuencias de las emisiones de gases de efecto invernadero por combustibles fósiles. No obstante lo mencionado, y como se ha sostenido a lo largo del presente estudio, el **Proyecto** contempla una serie de medidas encaminadas a prevenir, mitigar y compensar los posibles efectos por el desarrollo de sus actividades. Con base en la implementación de dichas medidas, se garantiza que el **Proyecto** realizará un aprovechamiento sustentable de los componentes y por lo tanto se promoverá la continuidad en la calidad y servicios ambientales de la región donde se pretende desarrollar.
Estrategia 4.2.1 Fomentar la transición gradual de combustibles fósiles a energías renovables para fortalecer la sustentabilidad económica y ambiental.	
Estrategia 4.2.2. Impulsar proyectos de generación de energías limpias en coordinación con ejidos y comunidades, alineados con los compromisos internacionales de México, para mitigar el cambio climático.	
Estrategia 4.2.3. Fomentar el aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos energéticos para fortalecer la seguridad energética y reducir el impacto ambiental.	
Estrategia 4.2.4. Promover la integración de energías limpias y renovables en todas las etapas de las cadenas de valor para garantizar un suministro energético sustentable y competitivo.	El Proyecto contribuye indirectamente al cumplimiento de esta estrategia al integrarse como un eslabón en la cadena de valor energética, al generar electricidad a partir de fuentes limpias. De este modo, fortalece el suministro sustentable y competitivo requerido para diversas actividades productivas que forman parte de dichas cadenas.
Estrategia 4.2.5 Fomentar el uso sustentable y estratégico de minerales críticos como el litio para fortalecer la industria energética y garantizar su aprovechamiento económico y social.	Derivado de las actividades contempladas y que estas no se relacionan con las actividades del Proyecto, la presente estrategia no le resulta aplicable.
Estrategia 4.2.6 Impulsar la electrificación y el uso de energías limpias en el transporte público y de carga para mejorar su eficiencia y sustentabilidad.	La presente estrategia no resulta directamente aplicable al proyecto, ya que éste corresponde a una planta fotovoltaica y no está vinculado con la electrificación ni con el uso de energías limpias en el transporte público o de carga. No obstante, el Proyecto contribuye de manera indirecta al objetivo general de transición energética, al promover una fuente de generación limpia y sustentable.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ejes	Vinculación
Eje general 4. Desarrollo Sustentable	
Objetivo 4.3: Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas.	Tal y como se ha mencionado, la producción de energía mediante una planta fotovoltaica propicia la reducción de emisiones de gases de efecto inverandero, y por lo tanto conlleva una mejora en la salud y ecosistemas, aunado a la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación contempladas para tales efectos.
Estrategia 4.3.1. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente.	En cumplimiento con lo anterior, la implementación de un planta fotovoltaica para la producción de energía mediante un recurso renovable como lo es el componente solar, se alinea a reducir las emisiones de carbono y/o de efecto invernadero en el sector de generación de energía, misma que conlleva beneficios ambientales, económicos a través de la inversión que se generará y sociales a través de la creación de empleos directos e indirectos. Bajo lo expuesto, el Proyecto se encuentra plenamente alineado a las metas y objetivos proyectados en el **PND** y por lo tanto es compatible con la imagen objetivo planteada.
Estrategia 4.3.2. Implementar políticas de mitigación y adaptación al cambio climático con enfoque en derechos humanos, igualdad y justicia ambiental para fortalecer la resiliencia de la sociedad y los ecosistemas.	Si bien la presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública, se informa que el Proyecto a través de las medidas de prevención, mitigación y compensación cumple con las directrices contempladas en los ordenamientos ecológicos enfocados a la continuidad y calidad de los servicios y componentes ambientales del ecosistema en el que se ubica.
Estrategia 4.3.3. Promover la economía circular para optimizar el uso de recursos, mejorar la gestión de residuos y prevenir la contaminación, reduciendo la presión sobre el medio ambiente.	En cumplimiento con lo anterior, en todo momento la promovente realizará un manejo adecuado de sus residuos generados a través de terceros debidamente autorizados y acreditados ante las autoridades competentes. Asimismo, se destaca que para las actividades del Proyecto, se contará con áreas debidamente señaladas y diseñadas para el almacenamiento temporal de los residuos generados, con la finalidad de que estos sean entregados a los terceros debidamente acreditados para su manejo, tratamiento y disposición final, generando la evidencia de cumplimiento correspondiente.
Estrategia 4.3.4. Fortalecer las medidas de prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población y preservar un medio ambiente sano.	Se estima que la presente estrategia se encuentra encaminada al quehacer de la **APF**, sin embargo, la promovente implementará todas las acciones y medidas encaminadas a prevenir, mitigar y compensar los posibles impactos que se puedan generar, las cuales se especifican dentro de la presente **MIA-R.**
Estrategia 4.3.5 Desarrollar e implementar Programas Integrales de Prevención y Control de la Contaminación del Aire en ciudades y zonas metropolitanas con alta contaminación atmosférica para mejorar la calidad del aire y la salud pública.	Las presentes estrategias, se encuentran encaminadas al quehacer de la Administración Pública. Asimismo, dentro de las medidas implementadas para el desarrollo del Proyecto, se encuentra la implementación de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ejes	Vinculación
Eje general 4. Desarrollo Sustentable	
Estrategia 4.3.6 Fomentar esquemas de certificación y reconocimiento que incentiven el cumplimiento normativo y la autorregulación en los distintos sectores productivos.	medidas enfocadas al mantenimiento de maquinaria y equipo, así como medidas durante el movimiento de tierras para minimizar la dispersión de polvos, que podrán disminuir las emisiones a la atmósfera, manteniendo la calidad del aire en las condiciones actuales, así mismo, estas medidas permitirán el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos, minimizando la afectación al confort sonoro.
Estrategia 4.3.7 Promover mecanismos de mitigación de daños ambientales y a la salud mediante un marco normativo que regule la gestión de sustancias químicas y la creación de infraestructura.	
Objetivo 4.4: Garantizar el acceso equitativo a la energía para las poblaciones y regiones con problemas de suministro, promoviendo su inclusión e integración al desarrollo energético sustentable.	Si bien este objetivo está dirigido al quehacer de la Administración Pública, el desarrollo del presente Proyecto contribuye de manera indirecta al mismo, al fomentar el suministro de energía limpia. Esto, a su vez, puede fortalecer la disponibilidad energética en el sistema y apoyar los esfuerzos por lograr un acceso más equitativo a fuentes sustentables de energía.
Estrategia 4.4.1 Desarrollar esquemas que amplíen el acceso a la energía en comunidades y regiones con pobreza energética, garantizando un suministro confiable, asequible y sustentable.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública, por lo que no se vincula con el desarrollo del Proyecto.
Estrategia 4.4.2 Garantizar el suministro de electricidad y combustibles a toda la población mediante mecanismos de ajuste de precios que aseguren su asequibilidad y estabilidad.	
Estrategia 4.4.3 Facilitar trámites y procesos administrativos para comunidades rurales e industrias con infraestructura de autoabastecimiento energético, asegurando un acceso eficiente y sustentable a la energía.	
Objetivo 4.5: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales, promoviendo su uso sustentable mediante una política ecológica humanista, inclusiva y participativa.	El presente objetivo, se encuentra encaminado al quehacer de la Administración Pública. Sin embargo, dentro de la presente **MIA-R,** se evalúan todos los posibles impactos ambientales asociados a su desarrollo, así como las medidas enfocadas a la prevención, mitigación y compensación con la finalidad de garantizar la continuidad y calidad de los servicios ambientales de la región. Dentro de las medidas contempladas para el Proyecto, se distinguen las siguientes: - Acciones de Educación Ambiental; - Acciones de Restauración y Reforestación; - Acciones de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna; - Acciones de Manejo Integral de Residuos; - Acciones de mantenimiento de maquinaria y equipos; - Acciones encaminadas a la conservación de suelos.
Estrategia 4.5.1 Frenar la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, abordando y eliminando sus causas principales.	
Estrategia 4.5.2 Fortalecer y ampliar la protección de los ecosistemas naturales mediante la consolidación y gestión efectiva de áreas naturales protegidas y otros esquemas de conservación, con especial atención a territorios indígenas.	
Estrategia 4.5.3 Fomentar actividades productivas sustentables en los ecosistemas naturales para aumentar la productividad forestal, proteger la biodiversidad y mejorar los medios de vida de las comunidades.	Las presentes estrategias, se encuentran encaminadas al quehacer de la Administración Pública, por lo que no se vincula con el desarrollo del Proyecto.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ejes	Vinculación
Eje general 4. Desarrollo Sustentable	
Estrategia 4.5.4 Restaurar ecosistemas clave para la biodiversidad y los servicios ambientales mediante un enfoque integral, intersectorial y culturalmente pertinente.	
Estrategia 4.5.5 Frenar la degradación de las zonas costeras y marinas mediante programas de conservación, manejo sustentable y restauración, abordando los impactos antropogénicos en cuencas costeras y ecosistemas marinos.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública. Aunado a lo anterior, el Proyecto no se encuentra en zonas costeras.
Estrategia 4.5.6 Fortalecer el ordenamiento ecológico y otros instrumentos de ordenamiento del territorio como medio de planeación que regule el uso del suelo de acuerdo con sus características inherentes.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública. Sin embargo, dentro del presente capítulo se realizó la correspondiente vinculación con el **POEGT**, **POEMyRGMyMC** y el **PEOTDUV**, de lo cual derivó que el Proyecto es congruente con las directrices contempladas y que inclusive existen disposiciones que impulsan su desarrollo en la zona
Estrategia 4.5.7 Reforzar la inspección y vigilancia para garantizar el cumplimiento de las regulaciones y restricciones no arancelarias en los movimientos transfronterizos de mercancías reguladas.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública, Aunado a lo anterior, el Proyecto no se relaciona con movimientos fronterizos de mercancias.
Estrategia 4.5.8 Armonizar e integrar los instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico en la planificación territorial, para gestionar de manera sustentable la expansión de las fronteras agrícola y urbana.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública, aunado a que las actividades contempladas no se vincula con el desarrollo del Proyecto.
Estrategia 4.5.9 Desarrollar instrumentos de planificación territorial con enfoques transversales de conservación ecológica, que mitiguen el impacto ambiental y la pérdida de biodiversidad derivados de las actividades productivas, la expansión de infraestructura y el crecimiento de los asentamientos humanos.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública. Aunado a ello como se mencionó anteriormente, el proyecto se ha vinculados con los programas correspondientes y de lo cual derivo que el proyecto es viable, No obstante, con la finalidad de asegurar la viabilidad del Proyecto, así como de lograr el aprovechamiento sustentable de los recursos se contemplan una serie de medidas preventivas, de mitigación y compensación encaminadas a mantener las condiciones actuales de los componentes ambientales y urbanos presentes en la zona donde se pretende implementar.
Estrategia 4.5.10 Fomentar la conservación de la propiedad social en ejidos y comunidades agrarias con alto valor ecológico, promoviendo el uso sustentable de los recursos naturales y la protección de la biodiversidad.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública, por lo que no se relaciona con el desarrollo del Proyecto.
Objetivo 4.6: Garantizar el derecho al agua mediante una gestión eficiente, sustentable y resiliente al cambio climático, protegiendo la integridad de las cuencas y asegurando su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública. Aunado a lo anterior el **Proyecto** no realizará un aprovechamiento y/o explotación del recurso hídrico en la zona. 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.
Estrategia 4.6.1 Garantizar el acceso asequible y equitativo al agua potable y su saneamiento mediante inversión en infraestructura y fomento del reúso, con prioridad en regiones con mayor vulnerabilidad climática o impacto por actividad humana.	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ejes	Vinculación
Eje general 4. Desarrollo Sustentable	
Estrategia 4.6.2 Promover el uso eficiente y sustentable del agua para reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad a largo plazo.	Para el abastecimiento se contratará empresas externas y se verificará que las mismas cuenten con concesión o asignación correspondiente.
Estrategia 4.6.3 Modernizar y expandir la infraestructura de recolección, distribución y tratamiento de aguas residuales, municipales e industriales para mejorar su calidad y promover su reúso sustentable.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública. Asimismo, 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.
Estrategia 4.6.4 Reforzar el monitoreo y control de contaminantes para prevenir el deterioro de la calidad del agua y proteger los ecosistemas y su biodiversidad.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública, por lo que no se vincula con el desarrollo del Proyecto.
Estrategia 4.6.5 Desarrollar métodos y tecnologías para la restauración de las cuencas más contaminadas del país, adaptables y replicables en otras regiones afectadas.	
Estrategia 4.6.6 Ampliar los mecanismos de sanción y resarcimiento de aquellas prácticas que afecten la disponibilidad o la calidad del agua.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública. No obstante lo mencionado, y como se ha sostenido a lo largo del presente estudio, el **Proyecto** contempla una serie de medidas encaminadas a prevenir, mitigar y compensar los posibles efectos por el desarrollo de sus actividades. Con base en la implementación de dichas medidas, se garantiza que el **Proyecto** realizará un aprovechamiento sustentable de los componentes y por lo tanto se promoverá la continuidad en la calidad y servicios ambientales de la región donde se pretende desarrollar.
Estrategia 4.6.7 Promover la gestión integrada de cuencas y acuíferos en proyectos de infraestructura, desarrollo urbano y ordenamiento territorial, para garantizar la sustentabilidad hídrica y reducir las desigualdades regionales en el acceso al agua.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública, por lo que no se vincula con el Proyecto. Aunado a lo anterior el **Proyecto** no realizará un aprovechamiento y/o explotación del recurso hídrico en la zona.
Estrategia 4.6.8 Fomentar la conservación de la propiedad social de ejidos y núcleos agrarios que protegen y regulan los recursos hídricos, asegurando su uso sustentable y su función en la preservación del ciclo hidrológico.	
Estrategia 4.6.9 Diseñar mecanismos de reconocimiento legal y fortalecimiento de los sistemas comunitarios de agua y saneamiento.	La presente estrategia, se encuentra encaminada al quehacer de la Administración Pública En este contexto, es importante destacar que los requerimientos de agua para el Proyecto serán mínimos y serán suministrados mediante terceros autorizados por las autoridades competentes.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Derivado de lo anterior, el Proyecto se alinea de manera coherente con los objetivos y estrategias del **PND**, al incorporar un enfoque sustentable basado en el aprovechamiento de energías limpias y en la reducción progresiva de la dependencia de los combustibles fósiles. La implementación de una planta fotovoltaica no solo representa una acción concreta en favor de la transición energética, sino que también refleja cómo la política pública puede traducirse en proyectos tangibles que promueven el desarrollo sustentable.

Asimismo, el Proyecto genera impactos positivos para la población, al contribuir a la diversificación de la matriz energética, mejorar la seguridad en el suministro eléctrico, y reducir las emisiones contaminantes. Estos beneficios no solo tienen implicaciones ambientales, sino también sociales y económicas, al fomentar la creación de empleos locales y sentar las bases para una infraestructura energética sustentable, por lo que es claro que el Proyecto no solo cumple con los ejes, objetivos y estrategias, sino que el Proyecto coadyuva a la consecución de las metas a largo plazo proyectadas en el ámbito energético.

III.9.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024. (PROMARNAT).

El **PROMARNAT** fue publicado el 07 de julio de 2020 en el Diario Oficial de la Federación y se encuentra alineado a los ejes que contempla el PND, así como de la normativa nacional como internacional encaminada a definir un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes en el territorio mexicano.

Dicho Programa define como objetivos, los siguientes:

1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.
2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.
3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.
4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.
5. Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

De manera que una vez definidos los objetivos y derivado de un análisis del contexto actual en el que se encuentran los componentes ambientales dentro del territorio mexicano, se define una serie de acciones tomado en cuenta para su construcción los doce principios rectores que el nuevo gobierno ha delineado en el **PND** para establecer el nuevo consenso nacional sobre el que se pretende construir un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre sectores sociales.

Así a continuación, se presenta una vinculación con los objetivos, estrategias y acciones puntuales que define el **PROMARNAT** en relación con la implementación del **Proyecto**.

Tabla III. 29. Vinculación del Proyecto con el PROMARNAT.

Objetivo, Estrategia y Acción	Vinculación
Objetivo prioritario 2.- Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles. Estrategia prioritaria 2.1.- Reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante el diseño, integración e implementación de criterios de adaptación en instrumentos y herramientas para la toma de decisiones con un enfoque preventivo y de largo plazo que permita la mejora en el bienestar y calidad de vida de la población. Acción Puntual 2.1.1.- Coordinar e instrumentar procesos de adaptación mediante la integración y articulación de acciones intersectoriales en el territorio, priorizando la atención en municipios y, en su caso, alcaldías, de alta vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático. Acción Puntual 2.1.2.- Integrar criterios de adaptación al cambio climático en el diseño, actualización, implementación y evaluación de instrumentos de planeación, gestión, manejo y ordenamiento ecológico del territorio en los tres órdenes de gobierno, considerando los escenarios de cambio climático y el enfoque de cuenca.	Si bien las presentes acciones se encuentran encaminadas a la administración pública de los tres sectores de gobierno, el **Proyecto** es congruente con lo establecido anteriormente en el sentido que la implementación de un planta fotovoltaica para la producción de energía mediante un recurso renovable como lo es el componente solar, se alinea a reducir las emisiones de carbono y/o de efecto invernadero en el sector de generación de energía. Con base en lo antes mencionado, el **Proyecto** se alinea al fin último que busca tanto el objetivo, como la estrategia y las acciones puntuales encaminadas a la administración pública.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Objetivo, Estrategia y Acción	Vinculación
Acción Puntual 2.1.5.- Coordinar e implementar, en el marco del Sistema Nacional de Cambio Climático, la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático tomando en cuenta las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional, con enfoque de género y derechos humanos.	
Estrategia prioritaria 2.2. Diseñar, establecer y coordinar políticas e instrumentos para reducir emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como promover y conservar sumideros de carbono, en concordancia con los compromisos nacionales e internacionales. Acción Puntual 2.2.1.- Concertar acciones en el sector y con otras dependencias que promuevan la transición energética con fuentes limpias, preferentemente renovables, garantizando la protección ambiental y procurando el bienestar de la población, particularmente de las comunidades más vulnerables, con enfoque de inclusión y movilidad social y económica.	La presente estrategia y acción puntual transcrita del **PROMARNAT**, representan un claro impulso al desarrollo de proyectos que promuevan la transición energética a través de fuentes limpias, como lo es la construcción y operación de una planta fotovoltaica, con la cual se promueve atender la problemática de las consecuencias de las emisiones de gases de efecto invernadero por combustibles fósiles. No obstante lo mencionado, y como se ha sostenido a lo largo del presente documento, el **Proyecto** contempla una serie de medidas encaminadas a prevenir, mitigar y compensar los posibles efectos por el desarrollo de sus actividades los cuales se traducen a: - Acciones de Educación Ambiental; - Acciones de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna; - Acciones de Manejo Integral de Residuos; - Acciones de mantenimiento de maquinaria y equipos; - Acciones encaminadas a la conservación de suelos; - Programa de reforestación. Con base en la implementación de dichas medidas, se garantiza que el **Proyecto** realizará un aprovechamiento sustentable de los componentes y por lo tanto se promoverá la continuidad en la calidad y servicios ambientales de la región donde se pretende desarrollar.
Acción Puntual 2.2.4.- Promover un desarrollo urbano sustentable, incluyente y compacto, de movilidad y vivienda sustentables, con manejo de residuos sólidos y aguas residuales que reduzca las emisiones de efecto invernadero y que incremente la resiliencia y la capacidad adaptativa de las ciudades y zonas metropolitanas.	

Con base en lo expuesto anteriormente, es claro que las directrices establecidas en el **PROMARNAT** 2020-2024, no solo se alinean a la finalidad del **Proyecto**, sino que impulsan su implementación por

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

los beneficios ambientales, sociales y económicos que implica el desarrollo de una planta fotovoltaica. De manera que el **Proyecto** es congruente con los objetivos del Programa establecido.

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 CHABACANES SOLAR”



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

VERSIÓN PÚBLICA. Se elimina la información confidencial con fundamento en los artículos 113 y 118 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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. 12

IV.3.1 Clima. 12

IV.4 Fenómenos climatológicos 15

IV.4.2 Geomorfología. 20

IV.4.3 Suelo. 30

IV.4.4 Hidrología 33

IV.4.5 Aire 40

IV.5 Medio biótico. 41

IV.5.1 Vegetación. 41

IV.5.2 Metodología para la caracterización y composición florística 47

IV.5.3 Fauna. 62

IV.6 Ecosistemas 77

IV.6.1 Servicios ambientales 77

IV.6.2 Provisión de agua en cantidad y calidad 78

IV.6.3 Captura de carbono y generación de oxígeno 85

IV.6.4 Estimación de la erosión en el SAR, AI y AP. 88

IV.7 Cambio climático 99

IV.7.1 Calentamiento global 102

IV.7.2 Adaptación al cambio climático 103

IV.8 Medio socioeconómico. 104

IV.8.1 Contexto municipal 104

IV.9 Paisaje. 110

IV.9.1 Identificación y delimitación de unidades paisajísticas 112

IV.9.2 Valoración del paisaje 114

IV.9.3 Fragilidad del paisaje 116

IV.10 Diagnostico ambiental..... 117
IV.10.1 Indicadores de calidad ambiental 117
IV.10.2 Síntesis del inventario y calidad ambiental 119
IV.10.3 Descripción de la calidad ambiental 120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1. Superficies del área de estudio. 9
Tabla IV.2. Escala de Mercalli. 26
Tabla IV.3. Superficie por tipo de suelo en el SAR, AI y AP. 30
Tabla IV.4. Tipos de erosión presente en el SAR, AI y AP 32
Tabla IV.5. Características de las regiones hidrológicas sobre las que inciden el SAR, AI y AP. 34
Tabla IV.6. Características y tipo de escurrimientos que inciden el SAR, AI y AP. 35
Tabla IV.7. Identificación de categorías calculadas en el municipio de Ozuluama de Mascareñas. 40
Tabla IV.8. Superficies por Usos de suelo y vegetación identificados en campo. 44
Tabla IV.9. Superficie total del proyecto y tipo de vegetación 46
Tabla IV.10. Superficies de afectación por tipo de vegetación forestal. 46
Tabla IV.11. Distribución de los sitios de muestreo para el SAR y AI y puntos de verificación en el AP. 48
Tabla IV.12. Coordenadas de los sitios de muestreo. 48
Tabla IV.13. Ejemplo Bitácora de campo 49
Tabla IV.14. Listado de especies de flora registradas durante el trabajo de campo para VSa/SMQ. 55
Tabla IV.15. Índices de diversidad y equitatividad de VSA/SMQ en las tres áreas del proyecto. 57
Tabla IV.16. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de VSA/SMQ del SAR. 57
Tabla IV.17. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de VSA/SMQ del AI. 58
Tabla IV.18. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de VSA/SMQ del AP. 58
Tabla IV.19. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de VSA/SMQ del SAR. 59
Tabla IV.20. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de VSA/SMQ del AI. 59
Tabla IV.21. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de VSA/SMQ del AP. 60
Tabla IV.22. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de VSA/SMQ del SAR. 60
Tabla IV.23. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de VSA/SMQ del AI. 61
Tabla IV.24. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de VSA/SMQ del AP. 61
Tabla IV.25. Coordenadas de los transectos establecidos en el SAR, AI y AP. 68

Tabla IV.26. Número de especies registrado por grupo faunístico. 70
Tabla IV.27. Número de especies registrado para quirópteros. 70
Tabla IV.28. Listado de especies registradas por grupo faunístico y área muestreada. 71
Tabla IV.29. Lista de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 73
Tabla IV.30. Abundancia de especies por grupo faunístico. 73
Tabla IV.31. Abundancia de especies de quirópteros. 73
Tabla IV.32. Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR. 74
Tabla IV.33. Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR para el grupo de quirópteros. 74
Tabla IV.34. Valores del nivel de riesgo en los diferentes servicios ambientales. 78
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. 80
Tabla IV.36. Valores del parámetro K (modificado por Cruz-Falcón 2007), para diferentes tipos y uso de suelo. NOM-011-CNA-2015. 81
Tabla IV.37. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015). 81
Tabla IV.38. Evapotranspiración según cubierta vegetal. 83
Tabla IV.39. Resumen de resultados de la estimación del balance hídrico en el SAR, AI y AP en condiciones actuales. 84
Tabla IV.40. Resumen de resultados y evidencia de la disminución del balance hídrico una vez removida la vegetación en el AP. 85
Tabla IV.41. Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México. 86
Tabla IV.42. Carbono almacenado en diferentes tipos de cultivo. 86
Tabla IV.43. Resultados de la estimación de captura de carbono. 87
Tabla IV.44. Resultados de la estimación de generación de oxígeno. 87
Tabla IV.45. Ecuaciones regionalizadas para la República Mexicana (Becerra, 1997) 90
Tabla IV.46. Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB. 91
Tabla IV.47. Factor para vegetación y/o uso de suelo (Montes-Léon et al, 2011). 93
Tabla IV.48. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015). 94
Tabla IV.49. Clasificación de la erosión hídrica. 95
Tabla IV.50. Fases y texturas de suelos. 96
Tabla IV.51. Valores de CAUSO por tipo de vegetación 96

Tabla IV.52. Clases de degradación de suelos 97
Tabla IV.53. Resumen de resultados de la estimación de erosión hídrica actual en las tres áreas del proyecto. 97
Tabla IV.54. Resumen de resultados de la estimación del incremento de erosión hídrica al ejecutar el proyecto. 97
Tabla IV.55. Resumen de resultados de la estimación de erosión eólica actual en las tres áreas del proyecto. 98
Tabla IV.56. Resumen de resultados de la estimación del incremento de erosión eólica al ejecutar el proyecto. 98
Tabla IV.57. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje. 111
Tabla IV.58. Escala de referencia utilizada para determinar la calidad visual. 114
Tabla IV.59. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para el sitio del Proyecto. 115
Tabla IV.60. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV. 116
Tabla IV.61. Escala de referencia CAV. 117
Tabla IV.62. Indicadores de calidad ambiental. 118
Tabla IV.63. Síntesis del inventario ambiental y su calidad actual en el SAR, AI y AP. 119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Sistema Ambiental Regional, Área de Influencia y Área del Proyecto. 10
Figura IV.2. Ubicación del Proyecto. 11
Figura IV.3. Unidades climáticas presentes en el SAR. 12
Figura IV.4. Ubicación de la estación meteorológica 30122 más cercana al SAR, AI y AP. 13
Figura IV.5. Temperatura media, máxima y mínima promedio según los datos de la EMA 30122. 13
Figura IV.6. Precipitación media, máxima y mínima promedio según los datos de la EMA 30122. 14
Figura IV.7. Mapa de recurso solar Potencial Eléctrico Fotovoltaico durante el periodo 1999-2018. Fuente: SOLARGIS. 15
Figura IV.8. Nivel de peligro por ciclones tropicales en el AP, AI y SAR. 16
Figura IV.9. Nivel de peligro por sequía en el AP, AI y SAR. 17
Figura IV.10. Nivel de peligro por heladas en el AP, AI y SAR. 18
Figura IV.11. Nivel de peligro por granizo en el AP, AI y SAR. 19

Figura IV.12. Nivel de peligro por inundaciones en el AP, AI y SAR. 20
Figura IV.13. Provincias y subprovincias fisiográficas que inciden en el AP, AI y SAR. 21
Figura IV.14. Sistema de topoformas que inciden en el AP, AI y SAR. 22
Figura IV.15. Rango altitudinal del AP, AI y SAR. 23
Figura IV.16. Unidades litoestratigráficas que inciden en el AP, AI y SAR. 24
Figura IV.17. Fallas y fracturas que inciden en el AP, AI y SAR. 25
Figura IV.18. Ubicación del AP, AI y SAR en la Regionalización sísmica de México. 26
Figura IV.19. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la intensidad sísmica de México (Escala de Mercalli). 27
Figura IV.20. Nivel de peligro por deslizamientos de laderas en el AP, AI y SAR. 28
Figura IV.21. Nivel de peligro por hundimientos en el AP, AI y SAR. 29
Figura IV.22. Unidades edafológicas que inciden en el AP, AI y SAR. 31
Figura IV.23. Tipos de erosión presente en el SAR, AI y AP 32
Figura IV.24. Región y cuenca hidrológica sobre la que incide el SAR, AI y AP. 33
Figura IV.25. Subcuenca y microcuenca hidrológica sobre la que incide el SAR, AI y AP. 34
Figura IV.26. Hidrología superficial que incide en el SAR, AI y AP. 35
Figura IV.27. Tipos de escurrimientos que incide en el SAR. 36
Figura IV.28. Tipos de escurrimientos que incide en el AI y AP. 36
Figura IV.29. Repositorios de agua artificial para la actividad agrícola. 37
Figura IV.30. Repositorios de agua artificial para la actividad agrícola identificados en los recorridos de campo. 37
Figura IV.31. Acuíferos que inciden en el SAR, AI y AP. 38
Figura IV.32. Uso de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR, AI y AP de acuerdo con el INEGI. 42
Figura IV.33. Mapa de uso de suelo y tipos vegetación reconocidos en campo para el SAR, AI y AP. 43
Figura IV.34. Mapa de Uso de suelo y vegetación reconocidos en campo para el AI y AP. 47
Figura IV.35. Distribución gráfica de los sitios de muestreo en el SAR, AI y AP. 49
Figura IV.36. Forma de los sitios de muestreo para la caracterización de la vegetación. 50
Figura IV.37. Curva de acumulación de especies para la vegetación de VSA/SMQ en el SAR. 53
Figura IV.38. Curva de acumulación de especies para la vegetación de VSA/SMQ en el AI. 53
Figura IV.39. Curva de acumulación de especies para la vegetación de VSA/SMQ en el AP. 54

Figura IV.40. Medidas de los oscilogramas y espectrogramas de las pulsaciones o llamados de los murciélagos 66
Figura IV.41. Representación gráfica de la ubicación de los transectos dentro del SAR. 69
Figura IV.42. Representación gráfica de la ubicación de los transectos dentro del AI y AP. 69
Figura IV.43. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del SAR. 75
Figura IV.44. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del AI 75
Figura IV.45. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del AP. 76
Figura IV.46. Balance hidrológico según el tipo de cubierta vegetal (%). 83
Figura IV.47. Regionalización Nacional de factor R (Becerra, 1997). 90
Figura IV.48. Cambio en la distribución potencial de mamíferos terrestres en el SAR, AI y AP. 102
Figura IV.49. Evolución de la población durante el periodo 1995-2020. 105
Figura IV.50. Población por grupos quinquenales 106
Figura IV.51. Distribución de la población económicamente activa ocupada por sector económico. 106
Figura IV.52. Índice de marginación para el municipio de Ozuluama de Mascareñas. 108
Figura IV.53. Índice de desarrollo humano para el municipio de Ozuluama de Mascareñas. 109
Figura IV.54. Calidad y fragilidad del paisaje dentro del SAR, AI y AP. 113

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 PV Chabacanes Solar (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.

Para definir el **SAR** se consideraron criterios hidrológicos y de microcuencas, lo anterior, bajo el conocimiento de que 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 conforman las microcuencas y caminos actuales como limites naturales, con la finalidad de crear un **SAR** de dimensión adecuada al **AP**, quedando conformado de la siguiente manera:

- Al norte y noreste con el límite de la microcuenca Alto del Moralito,
- Al noroeste con un camino existente,
- Al sur, suroeste y sureste con el límite de la microcuenca Ozuluama de Mascareñas,
- Al oeste con caminos existentes,
- Al este con el límite de la microcuenca Alto Moralito.

Ahora bien, 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.

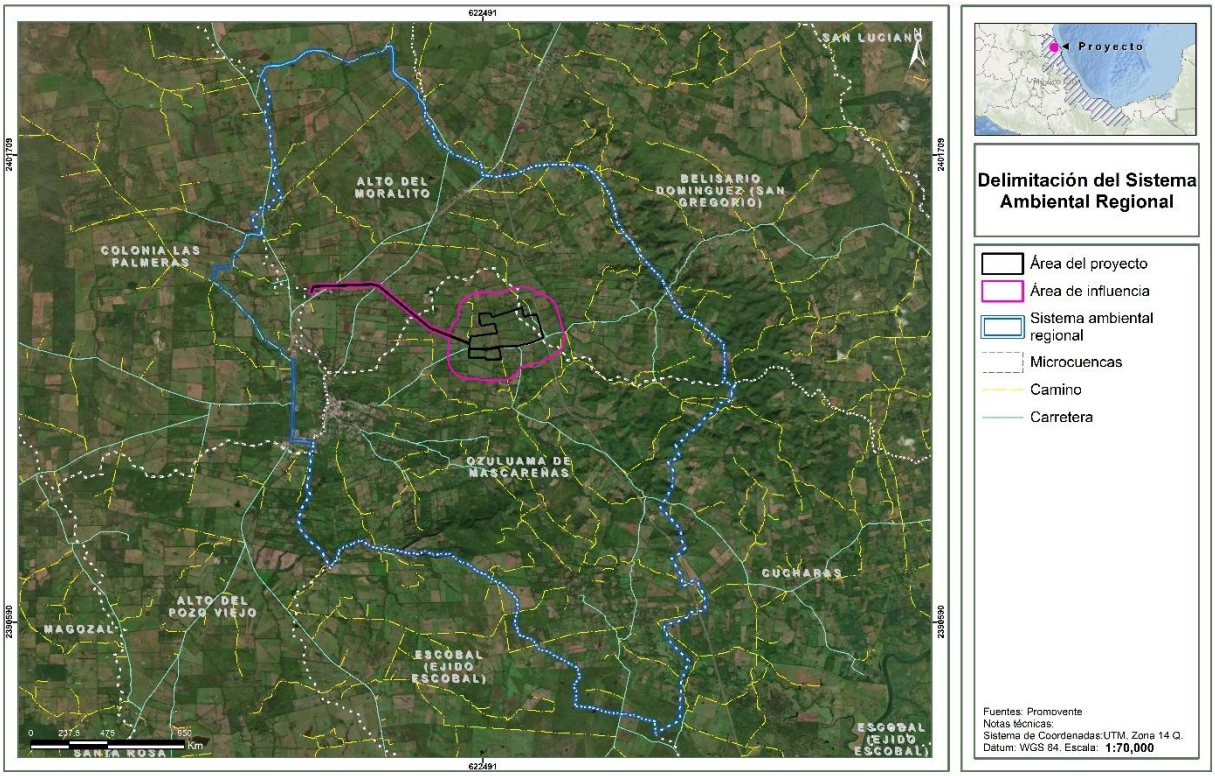
En la siguiente tabla, se muestran las superficies que abarcan las áreas delimitadas como **SAR, AI** y **AP**, con la finalidad de enfocar el análisis de los componentes abióticos y bióticos dentro de estas áreas. De igual manera, en la siguiente figura, se muestra de manera gráfica la delimitación 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	134.2528	1,342,527.8755
Área de Influencia	517.0572	5,170,571.5157
Sistema Ambiental Regional	11,035.0412	110,350,412.3246

En el **Apéndice IV. Anexo IV.1** se incluyen los archivos shapefile y kmz del SAR y AI.

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

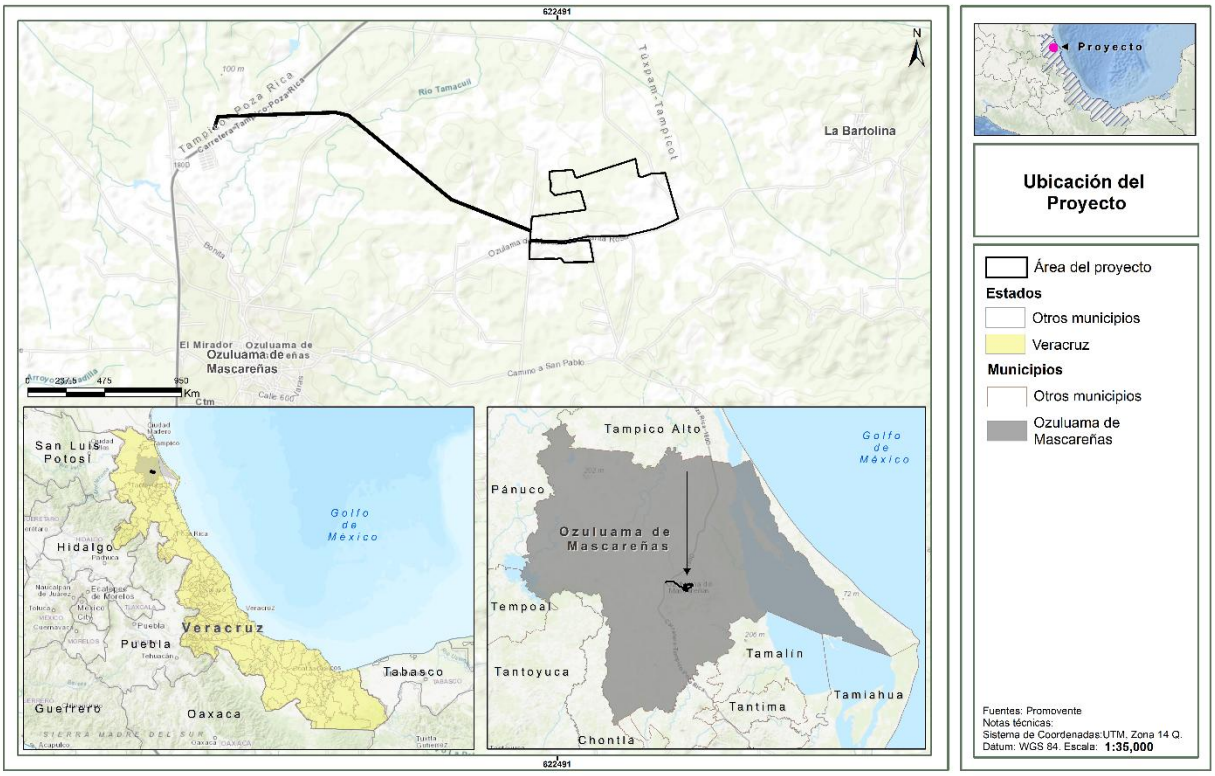


IV.2 Características y análisis del sistema ambiental regional.

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 Veracruz en el municipio de Ozuluama de Mascareñas, el área del **SAR** se ubica solo dentro de esta entidad federativa, tal como se evidencia en la siguiente figura.

Figura IV.2. Ubicación del Proyecto.



Partiendo de la ubicación del **AP** y de la delimitación del **SAR**, se procedió a la caracterización del medio físico, 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**,parte del **AI** y en el AP, 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**).

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

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

IV.3 Medio abiótico.

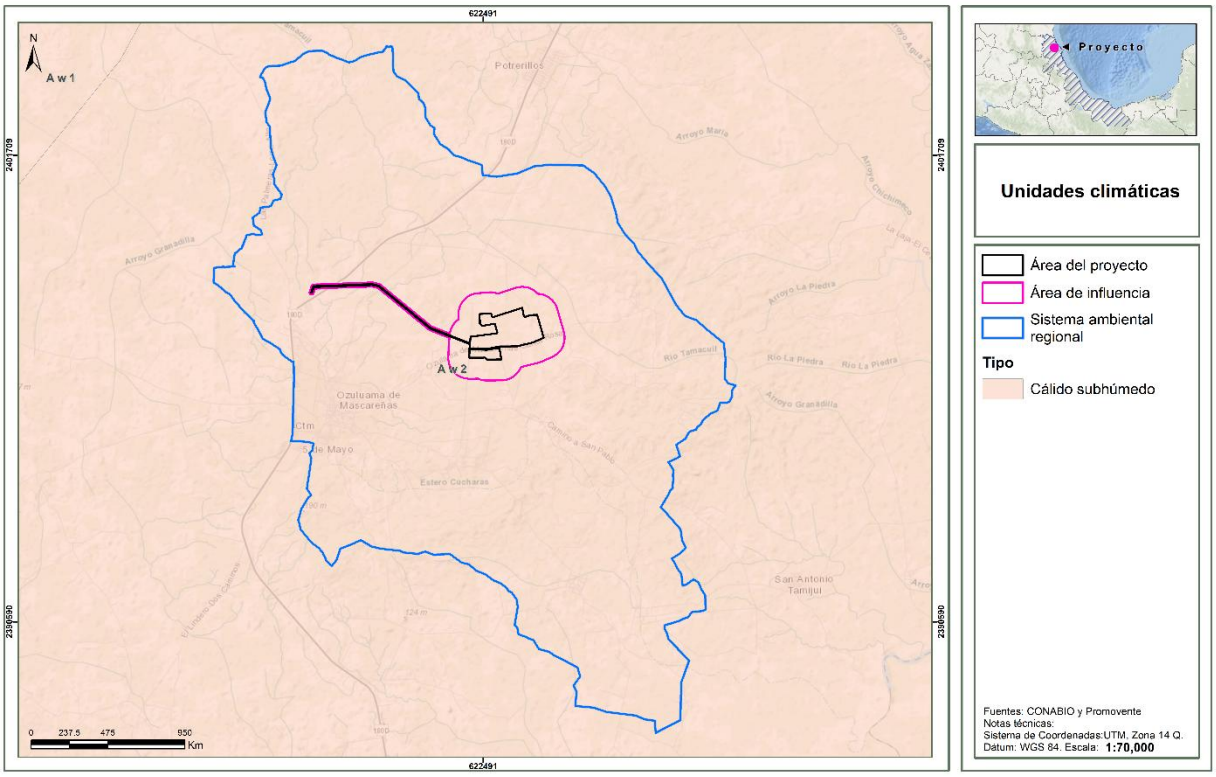
IV.3.1 Clima.

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1981), en el área donde se ubica el **SAR** se identifica el clima cálido subhúmedo.

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.

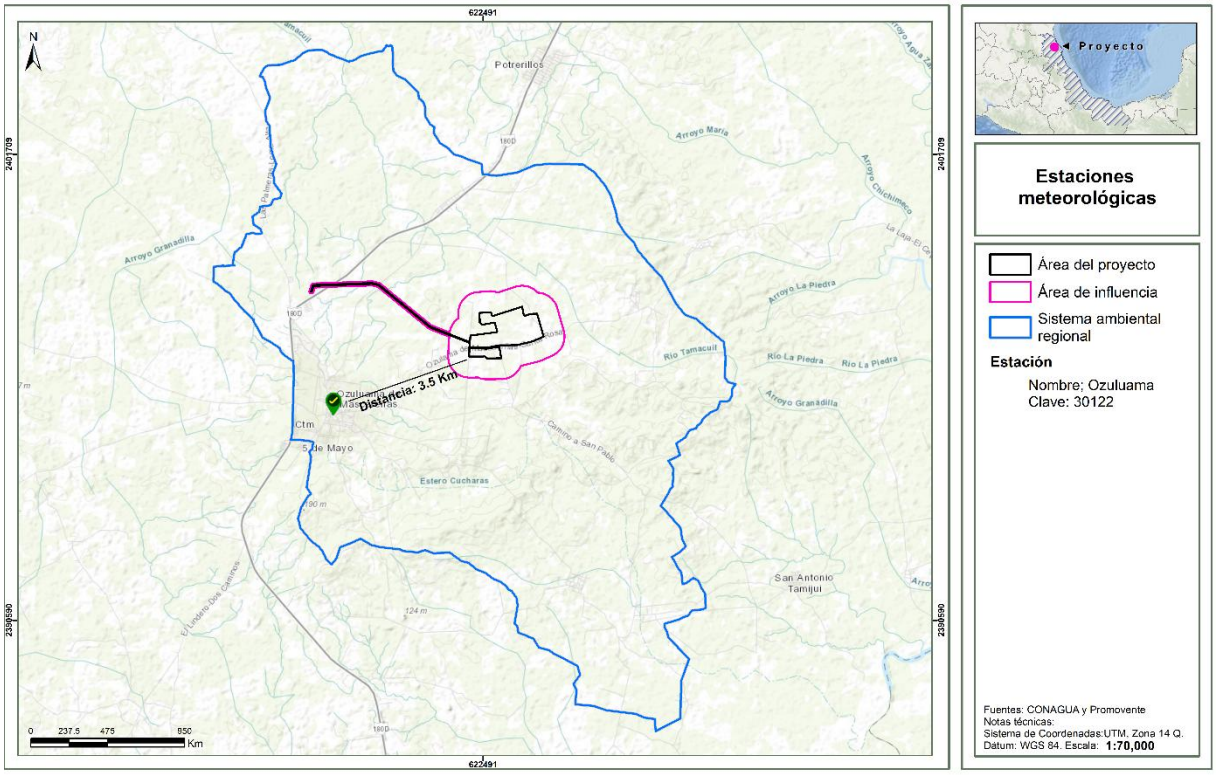
Figura IV.3. Unidades climáticas presentes en el SAR.



Para la recopilación de los registros climatológicos necesarios para esta **MIA-R**, se consultó la información disponible en la estación climatológica (EMA) 30122 de nombre Ozuluama, en el estado de Veracruz, en el municipio de Ozuluama de Mascareñas, la cual se encuentra operando, ubicada entre las coordenadas: latitud 21.6611, longitud -97.8505 y altitud 165 msnm.

Esta estación se ubica dentro del **SAR** a 3.5 km del **AP**, tal como se evidencia en la siguiente imagen.

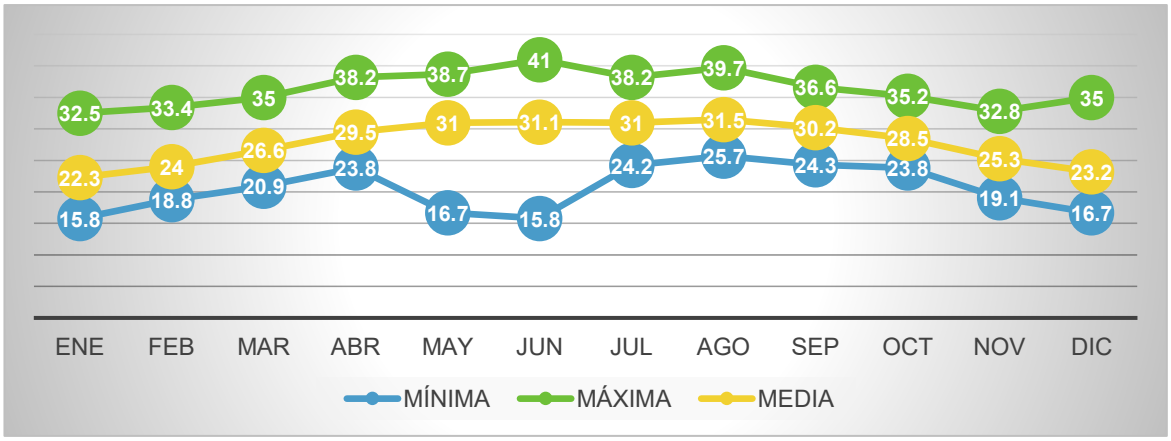
Figura IV.4. Ubicación de la estación meteorológica 30122 más cercana al SAR, AI y AP.



Temperatura

La temperatura media anual comprendida entre el periodo de 1925 al 2024 es de 31.1°C, con una máxima de 41 °C y una mínima de 15.8°C.

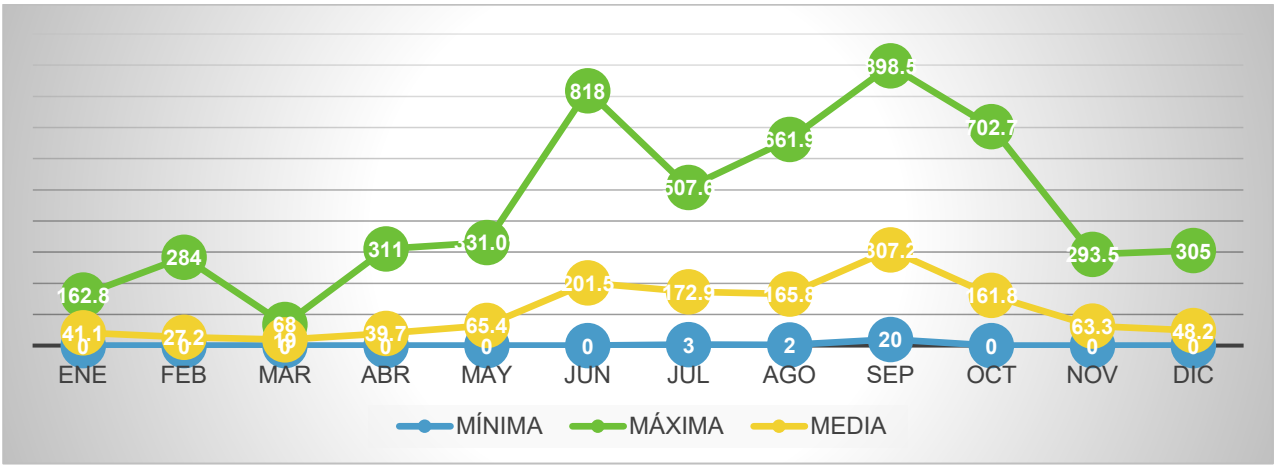
Figura IV.5. Temperatura media, máxima y mínima promedio según los datos de la EMA 30122.



Precipitación

La precipitación promedio anual reportada durante el periodo fue de 307.2 mm, el mes con mayor acumulación de agua fue septiembre con una precipitación máxima de 898.5 mm, mientras que los meses de enero a junio han reportado 0 mm de precipitación.

Figura IV.6. Precipitación media, máxima y mínima promedio según los datos de la EMA 30122.



Energía solar

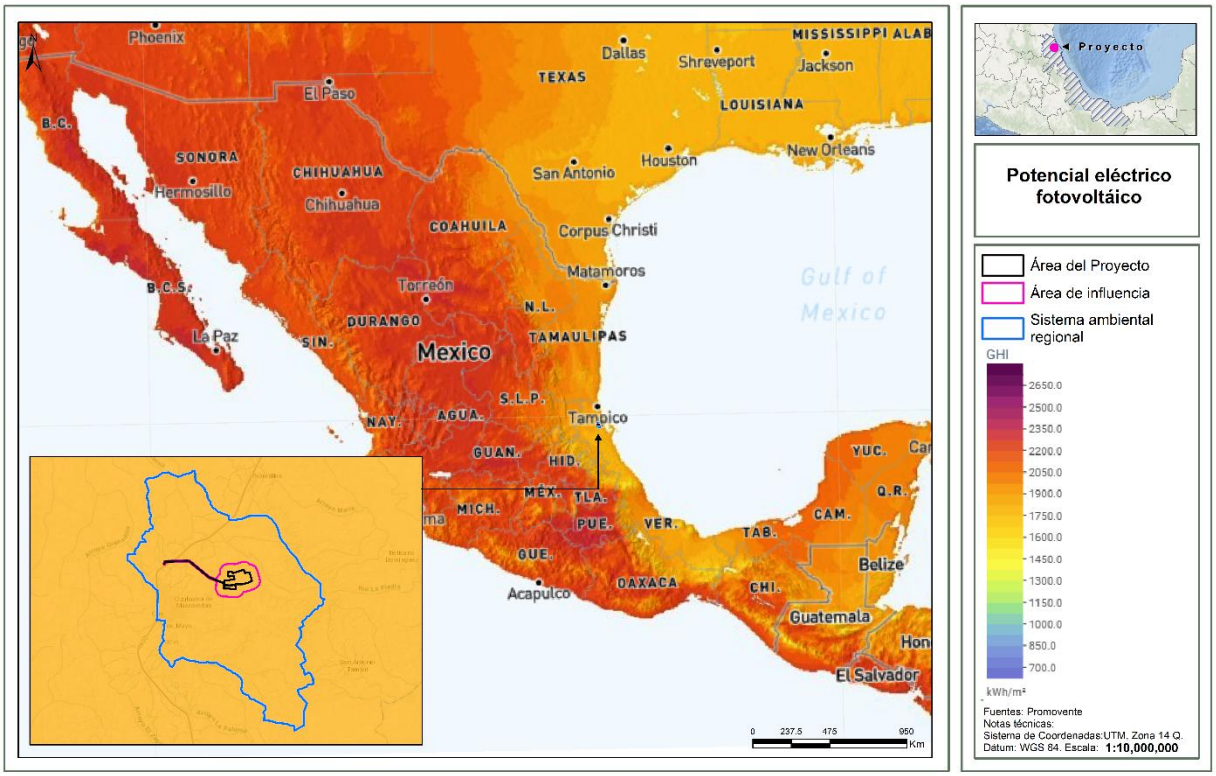
Ahora bien, de acuerdo con información generada por el Grupo Banco Mundial en su mapa de potencial eléctrico solar fotovoltaico (FV) estimado. Representa el promedio del total diario/anual de la producción eléctrica de una planta solar FV de 1 kW-pico conectada a la red, calculado para un periodo reciente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

En el **SAR**, **AI** y **AP**, se tiene un potencial eléctrico solar fotovoltaico de 1,750 kW/m^2. 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 la Promovente. 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.7. Mapa de recurso solar Potencial Eléctrico Fotovoltaico durante el periodo 1999-2018. Fuente: SOLARGIS.



IV.4 Fenómenos climatológicos.

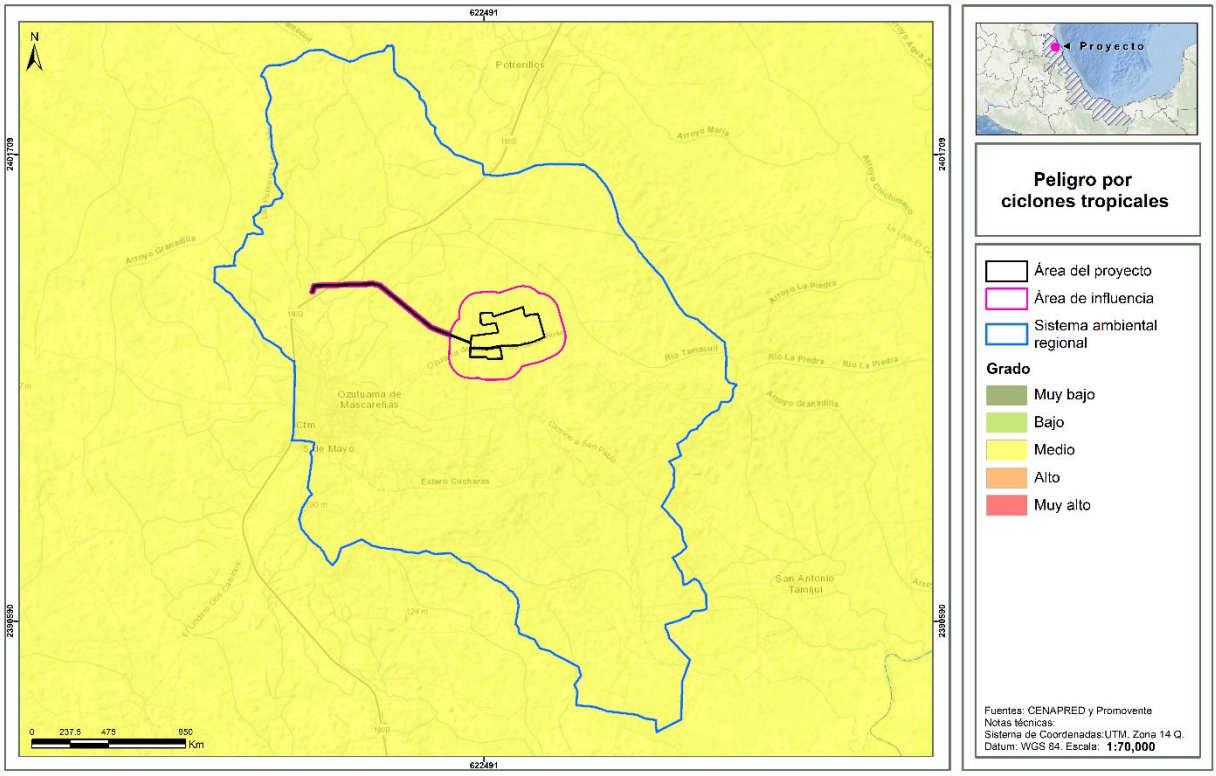
En el **SAR** y en la ubicación del **AP** se presentan distintos grados de riesgo ante los fenómenos climáticos propios de esta zona, los más conspicuos son las sequias y las heladas las cuales condicionan comportamientos particulares de la fauna.

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

A. Ciclones tropicales

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 **SAR, AI** y **AP** es **medio**, tal y como se observa en la siguiente imagen.

Figura IV.8. Nivel de peligro por ciclones tropicales en el AP, AI y SAR.

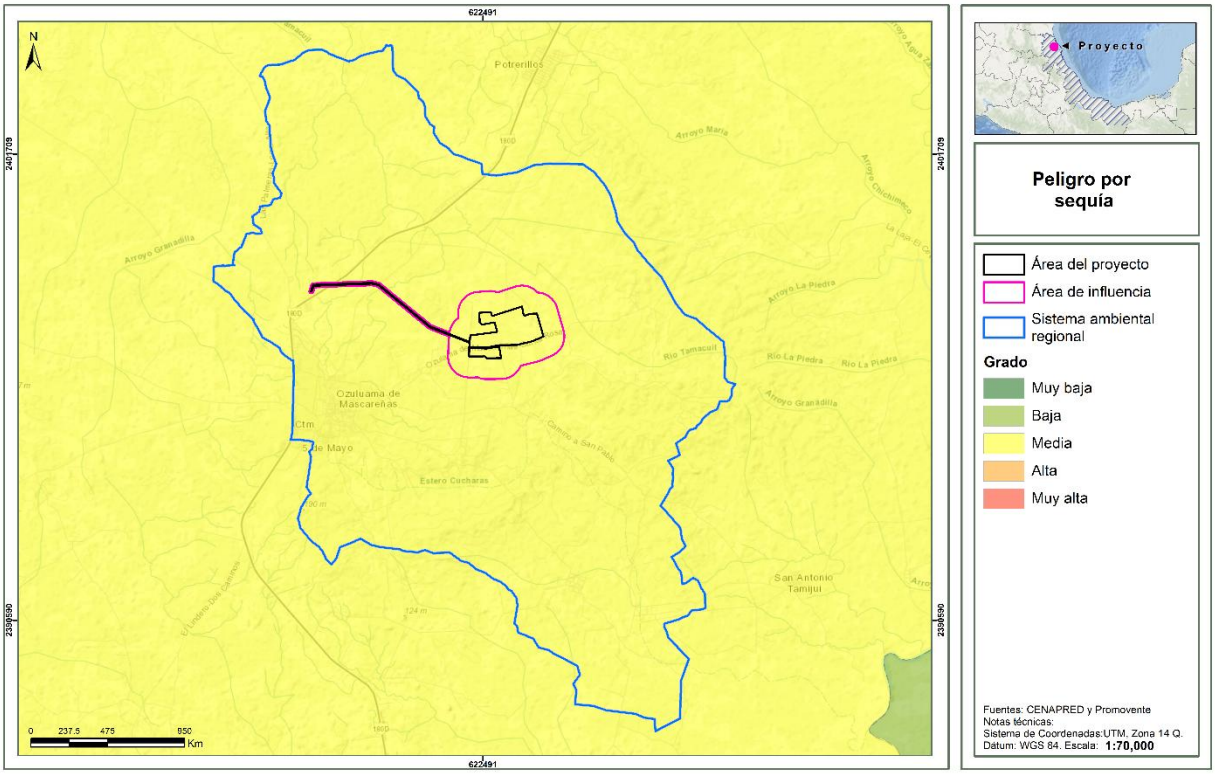


A. Sequias.

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.

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

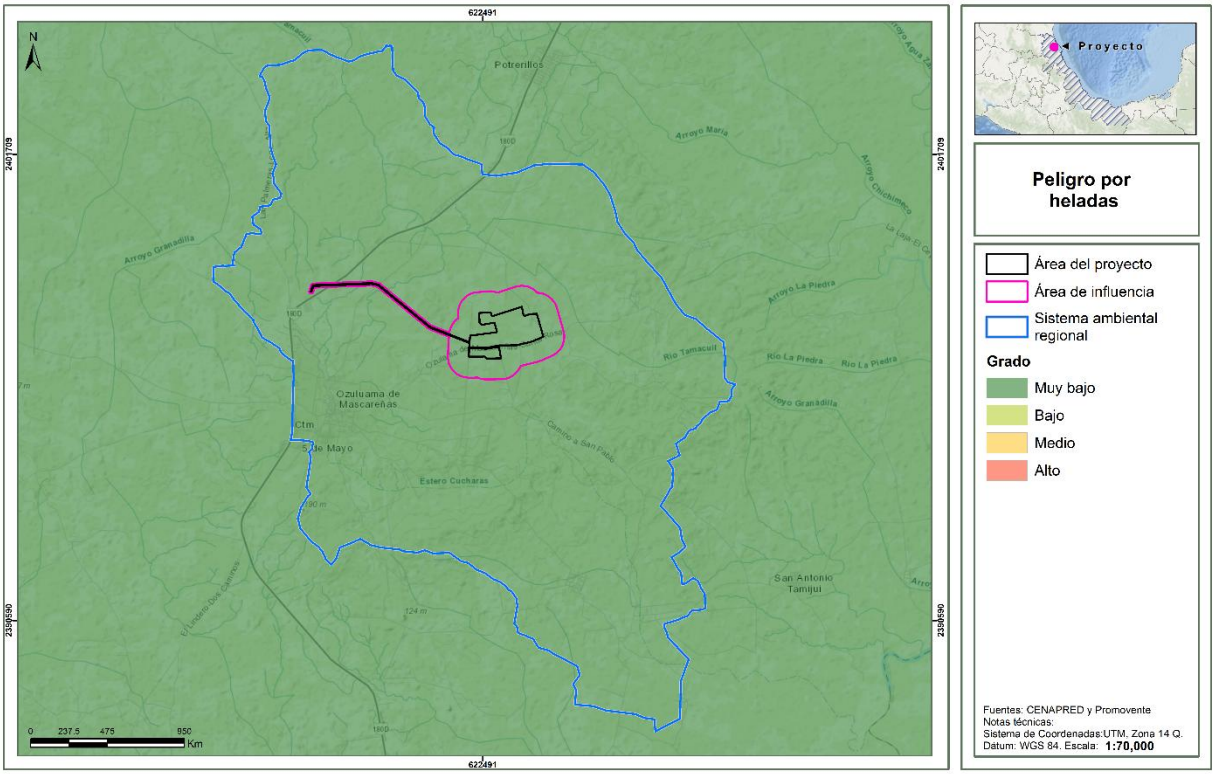


B. Heladas.

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno es < 0 °C durante un tiempo mayor a cuatro horas.

El grado de vulnerabilidad por heladas en el **SAR, AI** y **AP**, se ha identificado como "**Muy bajo**" con base en **CENAPRED** (2020), esto debido a la climatología propia del lugar, identificado con un clima cálido subhúmedo en el cual la temperatura oscila entre 24 y 26°C la mayor parte del año, sin contar los días excéntricos, al igual que su situación geográfica costa y topografía, mantienen una temperatura relativamente constante a lo largo de toda la poligonal (INEGI, 2016).

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



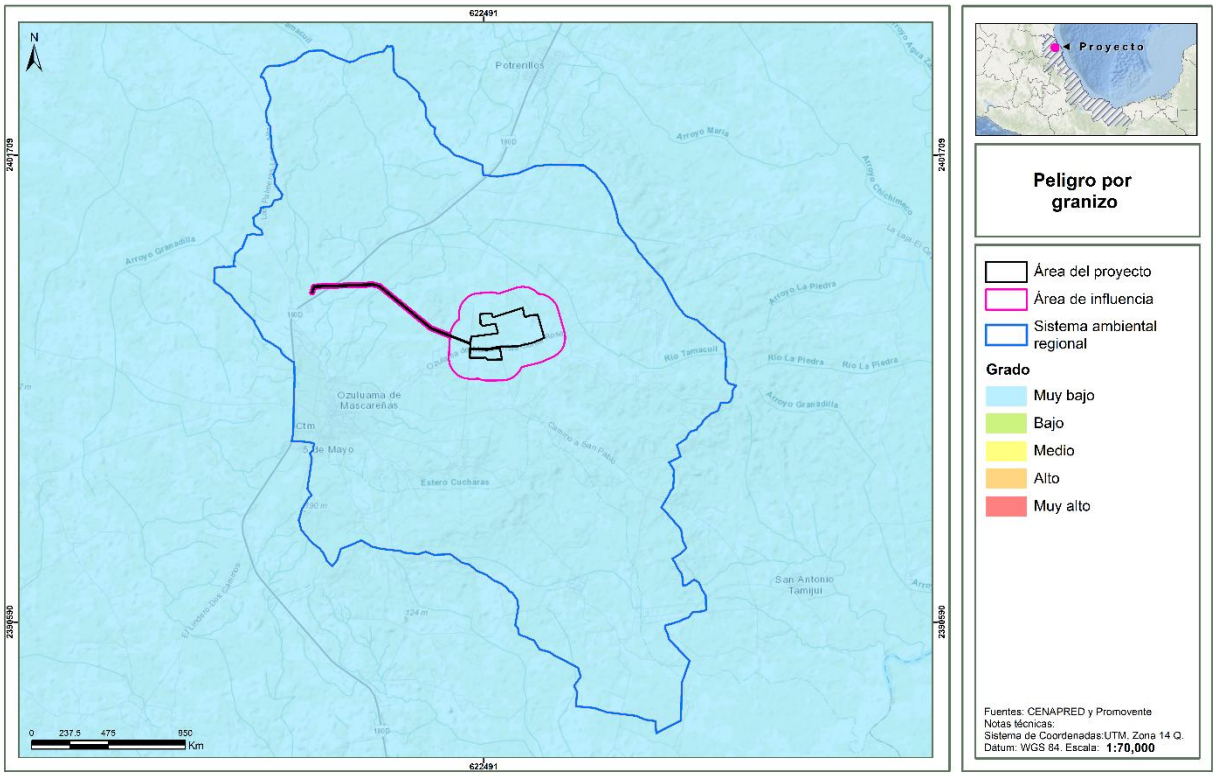
C. Granizo.

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 el **SAR**, así como el área que corresponde al **AI** y **AP** se encuentran en una zona donde el nivel de peligro por granizo es **Muy bajo.**

.

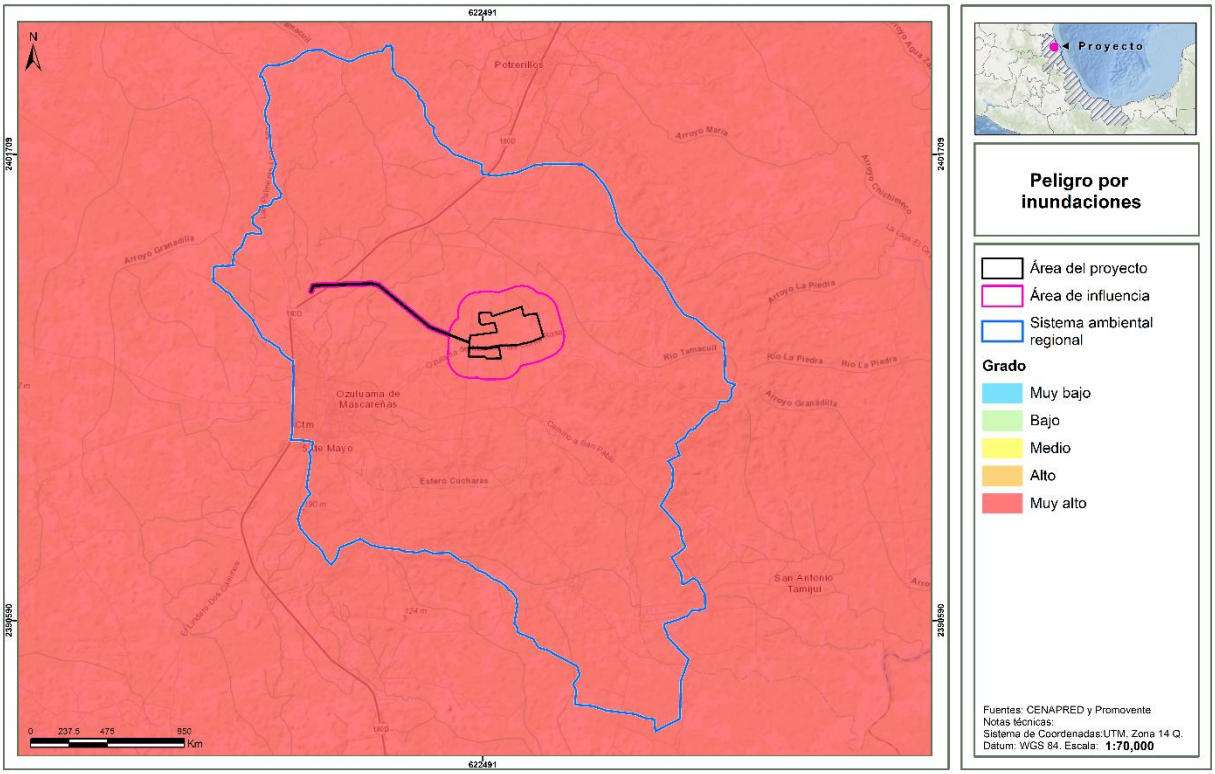
Figura IV.11. Nivel de peligro por granizo en el AP, AI y SAR.



D. 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.12).

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



IV.4.1.1 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. 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.

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.4.2 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

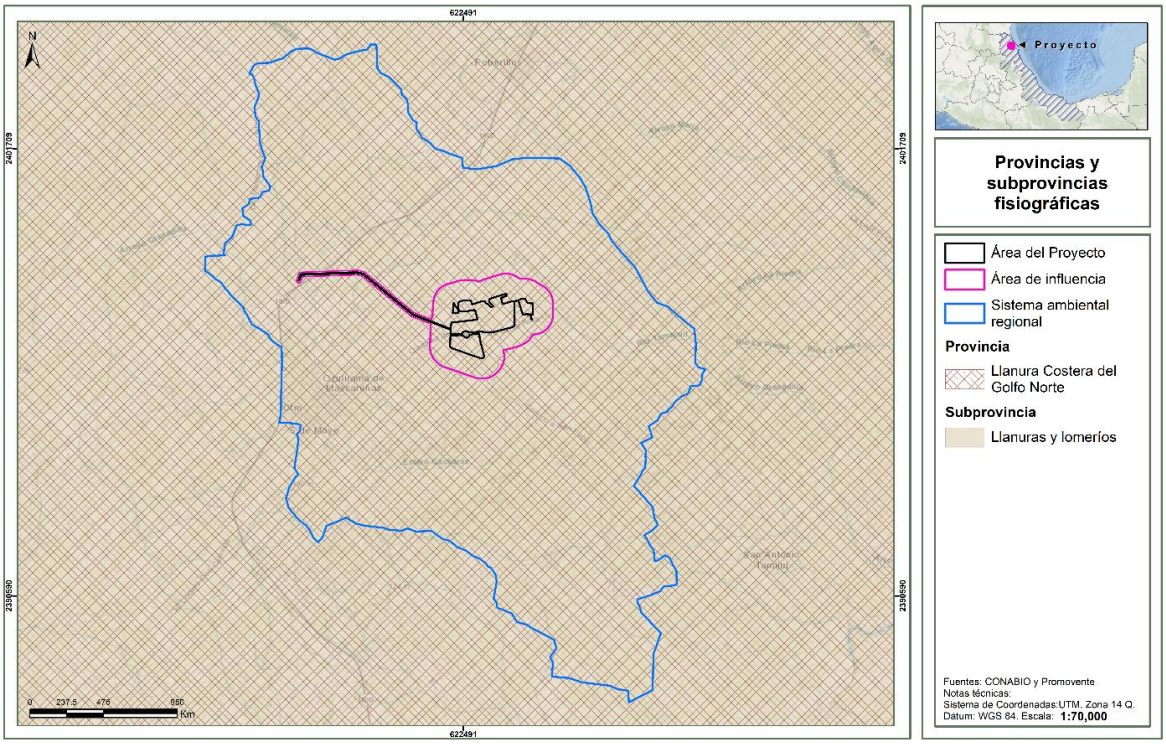
originado, estos procesos dinámicos externos se agrupan en la cadena de meteorización-erosión, transporte y sedimentación.

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 las 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 ubica dentro de la parte llana de la Huasteca y está caracterizado por llanuras (terrenos planos con una altitud que varía de 0 a 200 m.s.n.m) y lomeríos (cúmulos de material que no sobrepasan 50 m., de altura), valle, cabe destacar que corresponde a la subprovincia de Llanuras y Lomeríos. Ambas subprovincias se encuentran inmersas en la provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte (INEGI, 2020).

Figura IV.13. Provincia y subprovincia fisiográficas que inciden en el AP, AI y SAR.



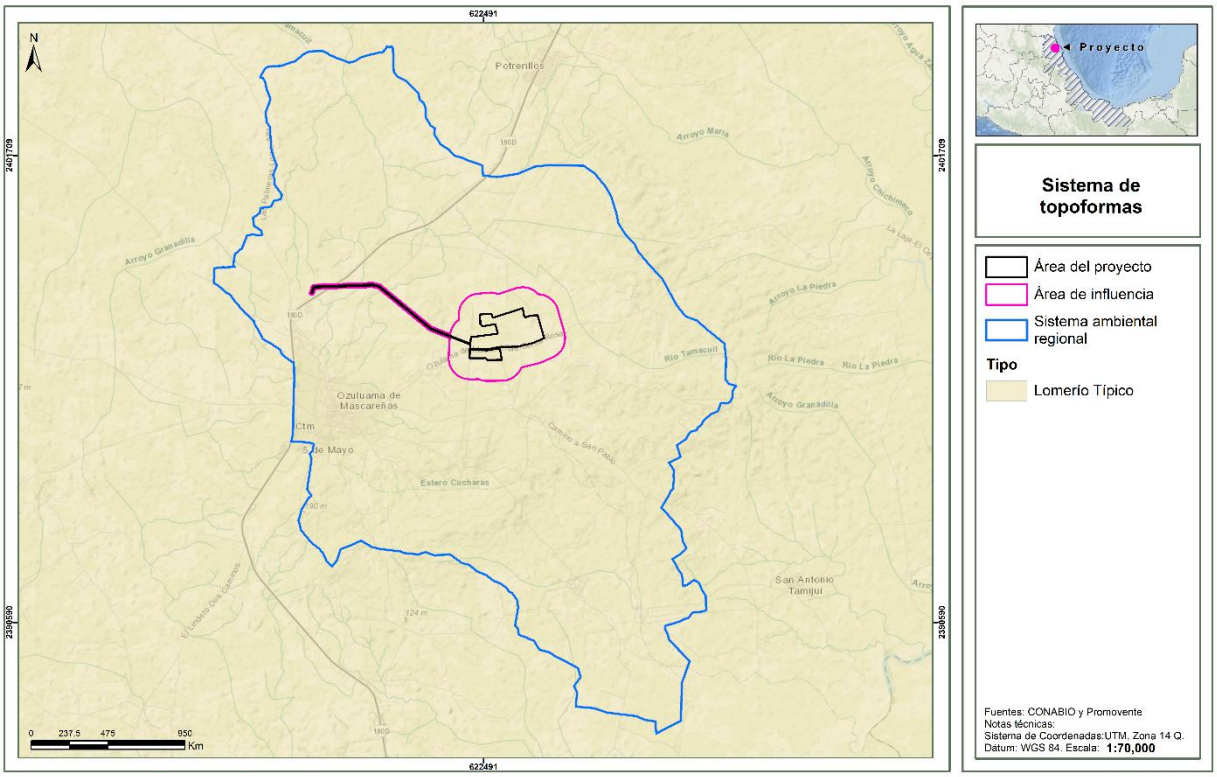
La topografía en el **SAR** se caracteriza por planicies en la zona norte y lomeríos que van del centro al sur; en la margen elongada de Tamiahua se pueden encontrar sistemas costeros y barras.

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.

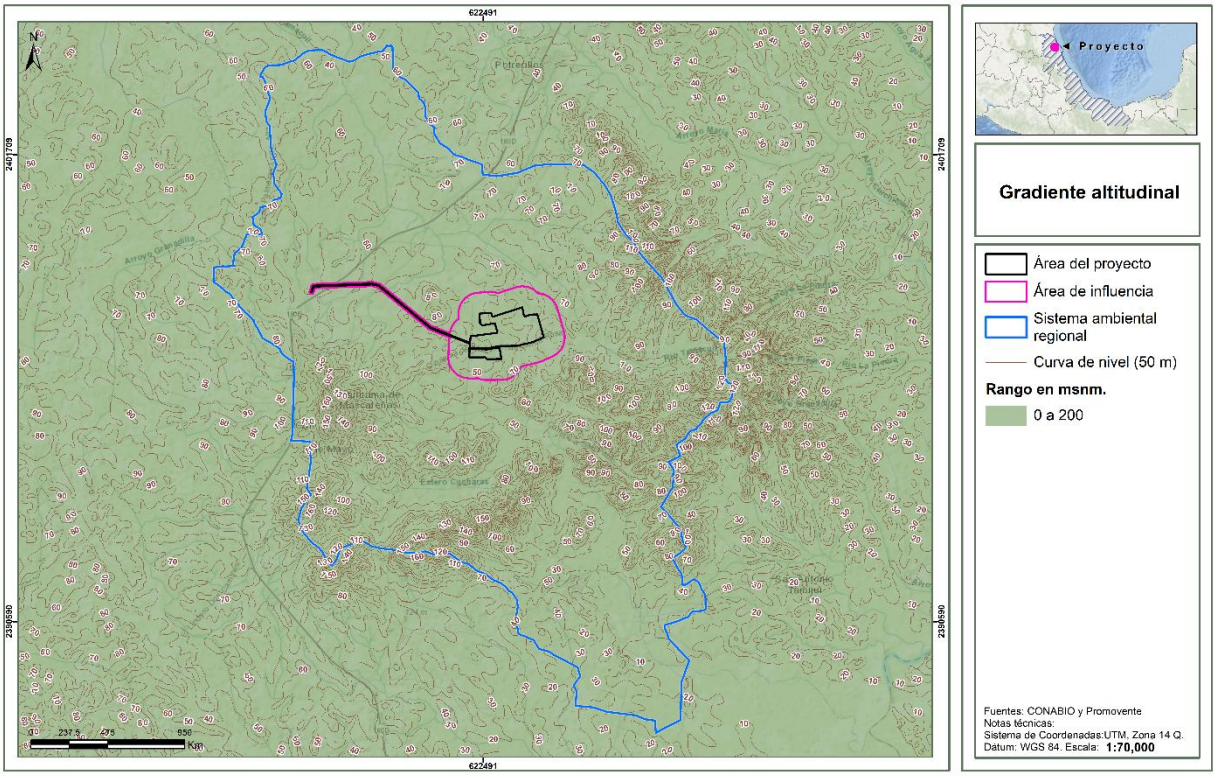
Dentro de estas subprovincias se ha distinguido que, en el **SAR, AI** y **AP** únicamente se presenta lomerío típico.

Figura IV.14. 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** mantienen una altitud que oscila en: 0 a 200 m.s.n.m., las zonas de mayor altitud corresponden a la parte centro-sur dentro de la Huasteca Alta, y las partes este y norte de la poligonal abunda la presencia de llanuras (INEGI, 2020).

Figura IV.15. Rango altitudinal del AP, AI y SAR.



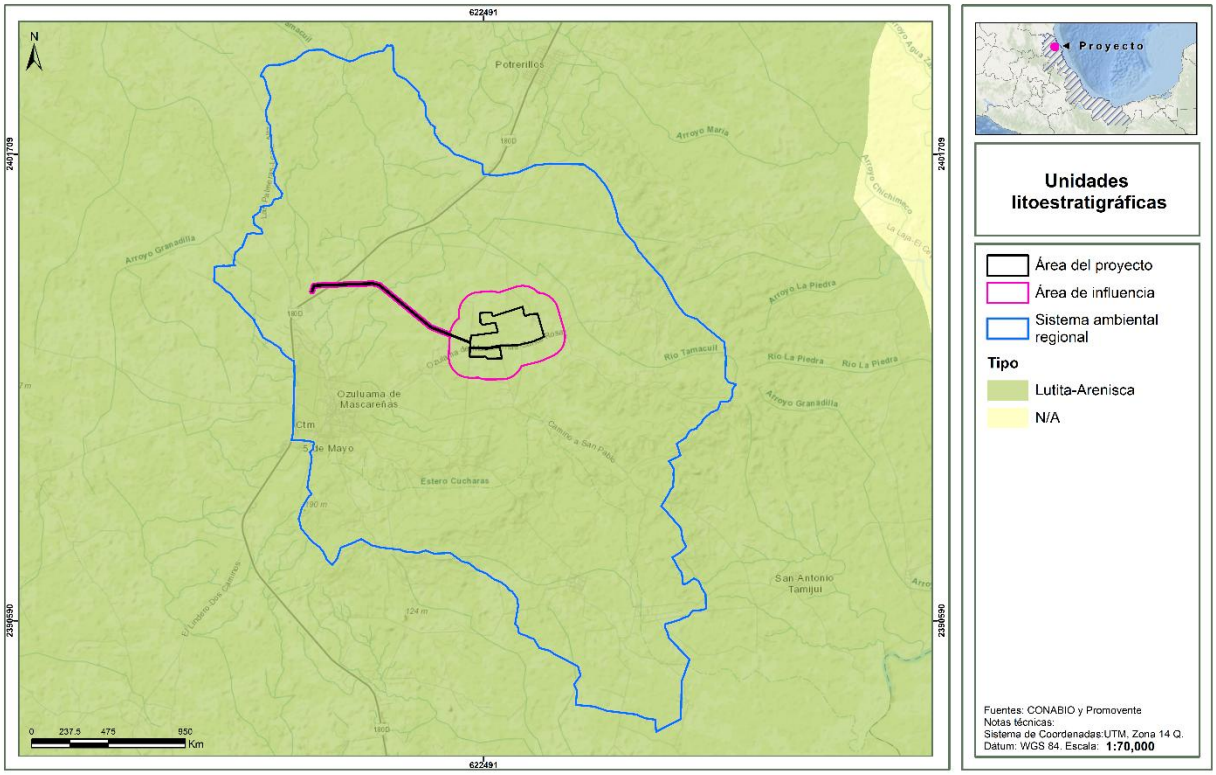
A. Geología.

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, AI** y **AP** se tiene que en su totalidad corresponde a rocas de la era del Cenozoico, de tipo lutita – arenisca, mismas que se describen a continuación:

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.16. Unidades litoestratigráficas que inciden en el AP, AI y SAR.

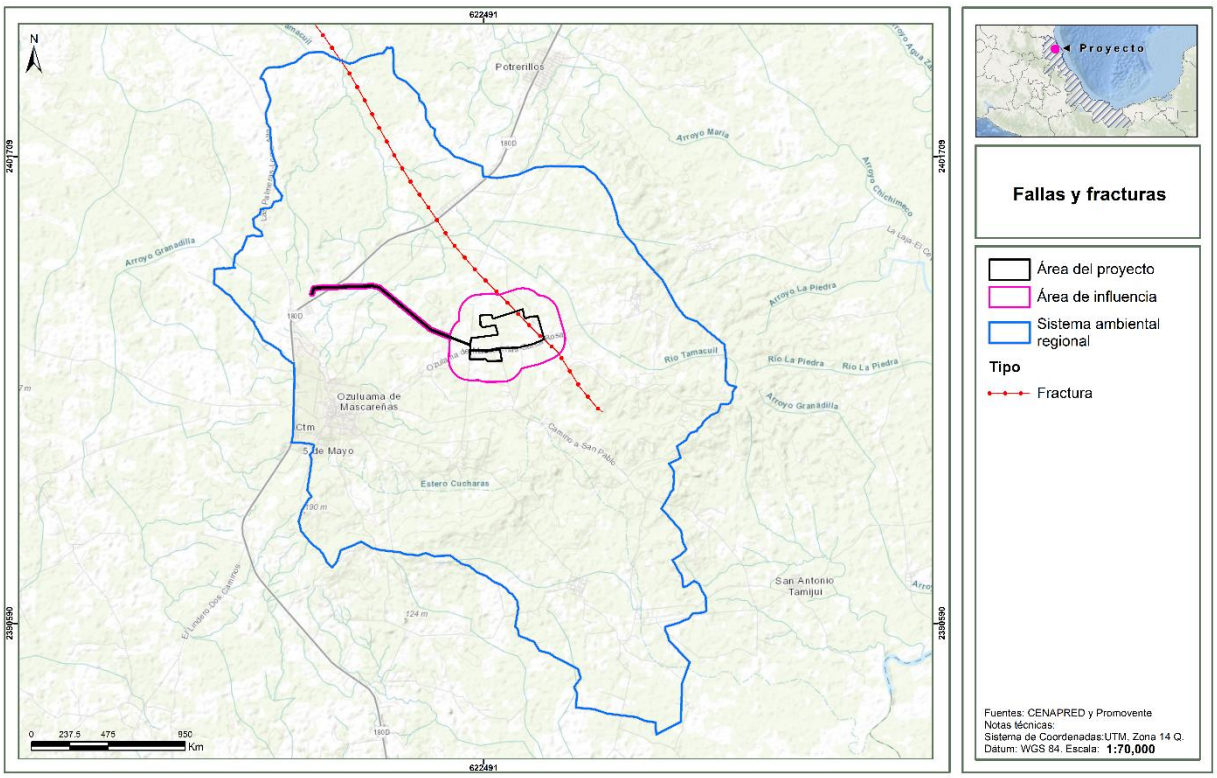


B. Fallas y fracturas.

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 con base en 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 sur a norte con una extensión aproximada de 14.60 km, información que se corrobora con el reporte de fallas y fracturas del 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.17. Fallas y fracturas que inciden en el AP, AI y SAR.



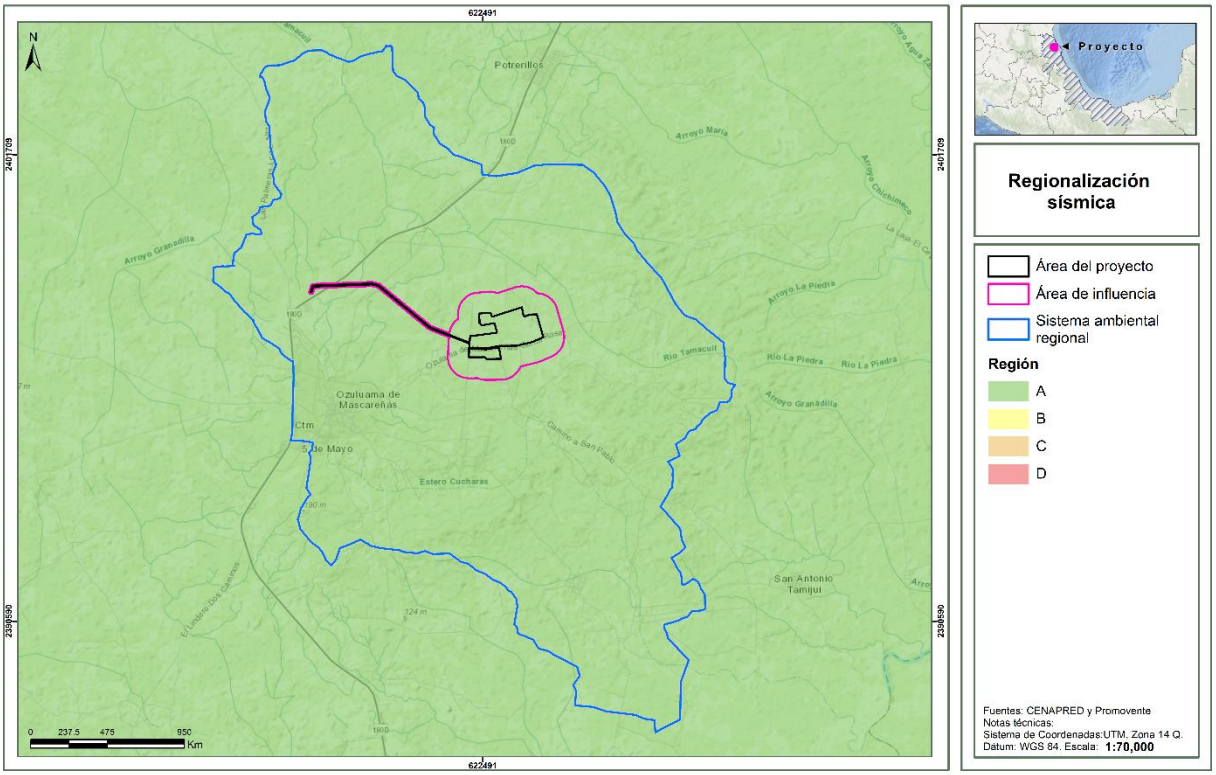
C. Regionalización sísmica.

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 A, es decir, en una zona de baja sismicidad con una aceleración menor al 10%.

Figura IV.18. Ubicación del AP, AI y SAR en la Regionalización sísmica de México.



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:

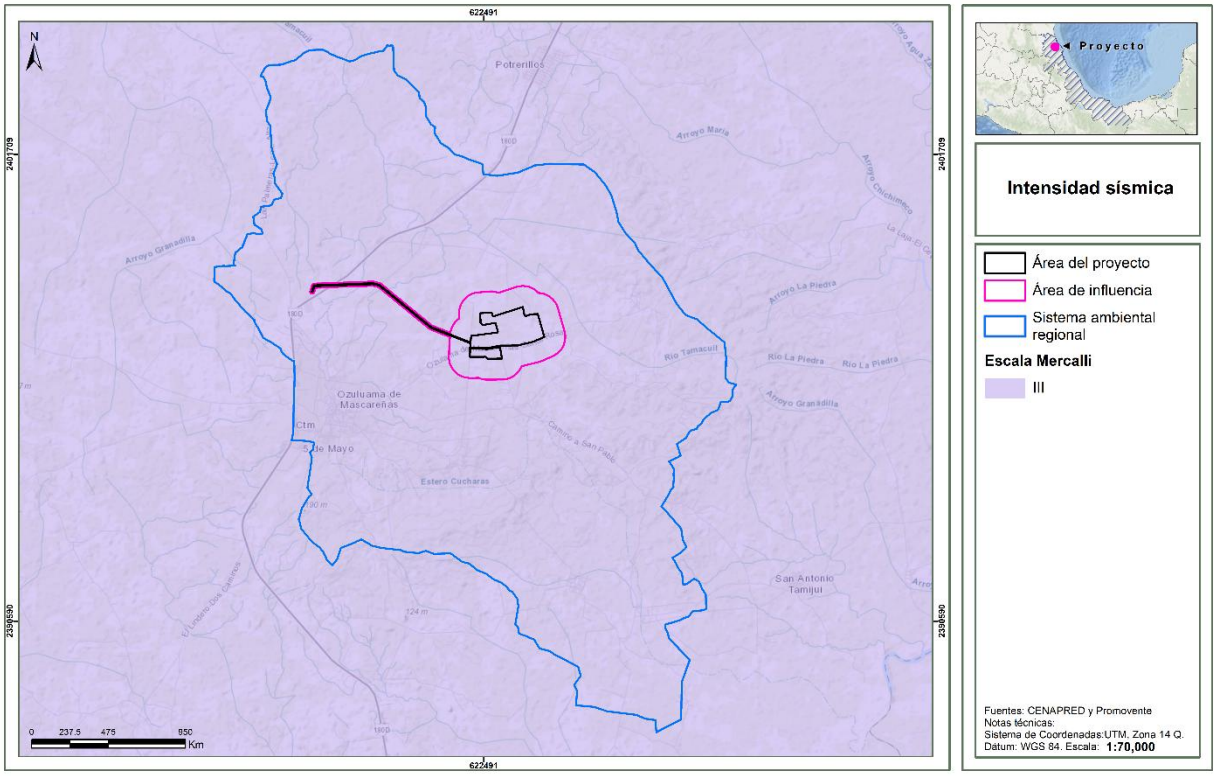
Tabla IV.2. Escala de Mercalli.

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;

Intensidad	Efectos
	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 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 **SAR**, **AI** y **AP** se encuentran en áreas con una intensidad sísmica III.

Figura IV.19. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la intensidad sísmica de México (Escala de Mercalli).



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).

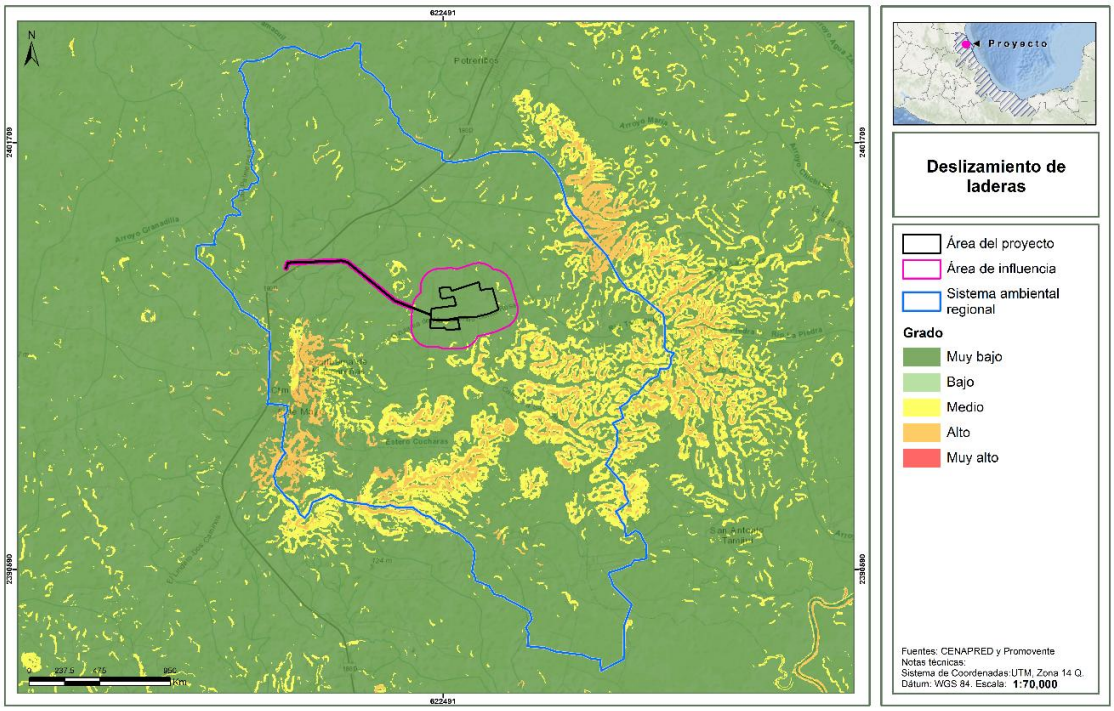
Muchos de los taludes naturales se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos y los colapsos se pueden iniciar con facilidad. Los temblores intensos junto con los procesos de erosión son causas comunes que pueden actuar en diversas formas. Probablemente el factor 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.

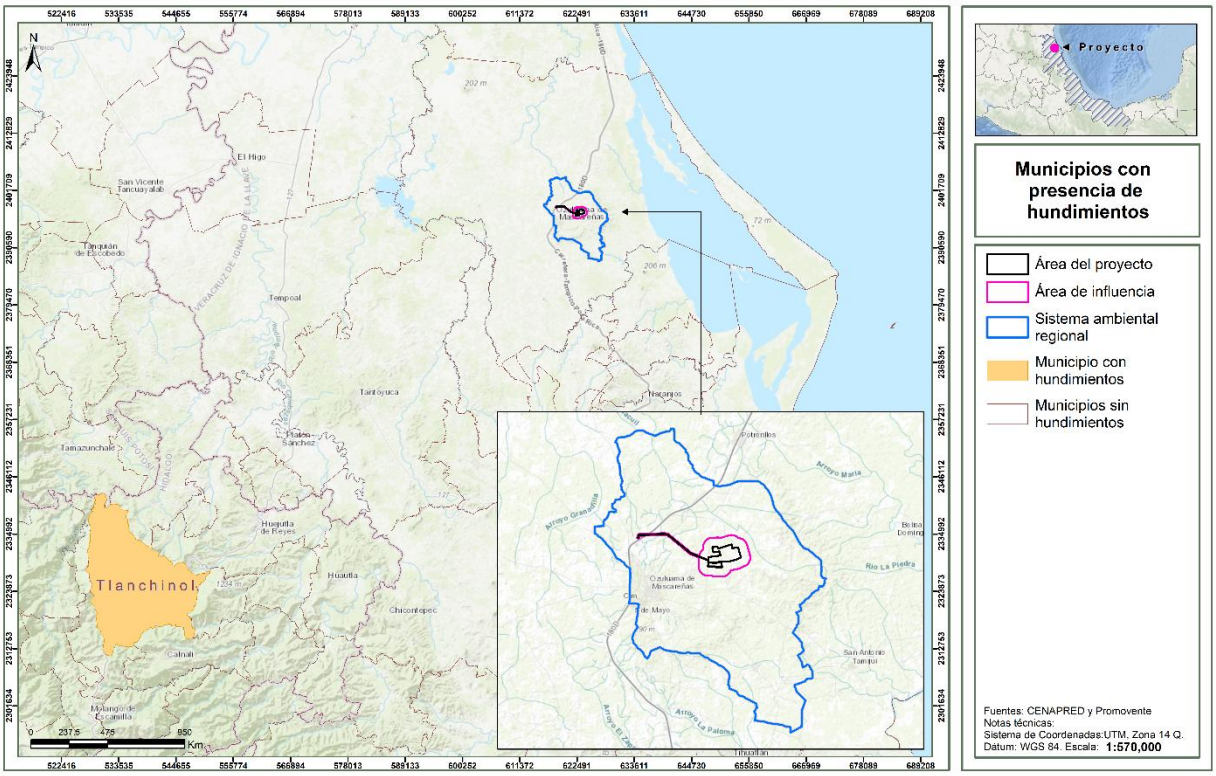
Según la información del **CENAPRED** (2012) en el mapa de riesgos por deslizamiento de laderas en México, el **SAR**, **AI** y **AP** pertenecen a una región cuyo peligro por deslizamiento es Muy Bajo; aunque hay una porción hacia el oeste del **SAR** donde el rango va de Muy Bajo a Medio, en puntos específicos principalmente hacia el sur y este del SAR, se presenta un rango de deslizamiento que va de Muy bajo a alto de deslizamiento.

Figura IV.20. Nivel de peligro por deslizamientos de laderas en el AP, AI y SAR.



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 96.19 km del **AP** y a 91.97 km del **SAR**.

Figura IV.21. 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, AI** y **AP** no se encuentra ningún volcán activo.

IV.4.2.1 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** incide una fractura en dirección de sur a norte de aproximadamente 14.60 km, sin embargo, no se considera que esta pueda generar peligro o comprometer el desarrollo del **Proyecto**.

IV.4.3 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.

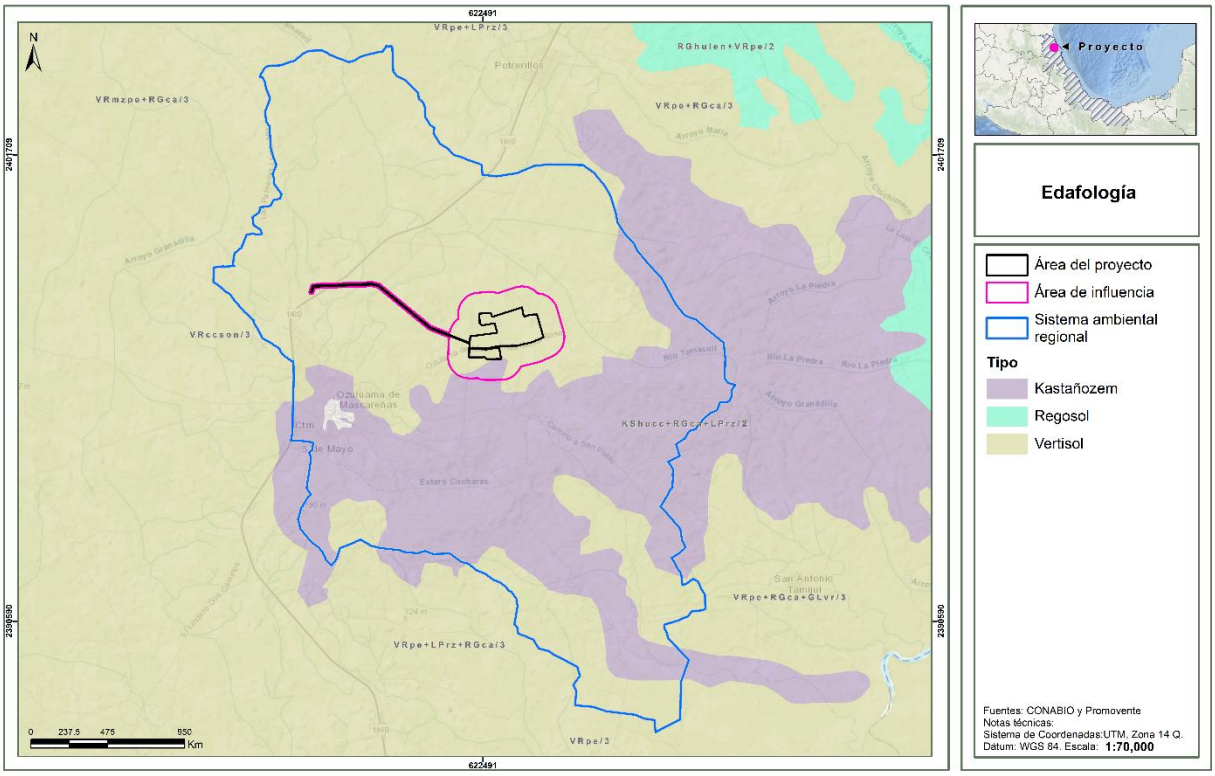
La distribución de suelos dominantes en el **SAR**, está determinada por la influencia del Golfo de México y la erosión fluvial y aluvial en la parte este, donde predominan suelos arenosos, sobre matrices no consolidadas y de texturas finas, como lo son los Arenosoles (AR) y Regosoles (RG), y en la zona del centro a oeste los suelos se encuentran determinados por la combinación de arcillas y arenas sobre suelos en terrenos llanos y de mayor extensión, como lo son los Vertisoles (VR) (INEGI, 2020).

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, sin embargo, para el presente **Proyecto** se utilizó la cartografía del **INEGI**, escala 1:250,000, a partir de la cual se obtuvo que, los suelos predominantes en el **SAR**, **AI** y **AP** corresponden a 2 tipos de suelo, mismos que se enlistan en la tabla siguiente tabla, donde se puede observar que el suelo con mayor cobertura dentro del **SAR** es el de tipo Vertisol de textura fina, el cual se encuentra ocupando el 61.81% del **SAR**, el 99.71% del **AP** y el 93.18% del **AI**. En menor proporción se encuentra el Kastañozem de textura media, con el 37.91% de ocupación en el **SAR**, el 6.82% del **AI** y el 0.29% en el **AP**.

Tabla IV.3. Superficie por tipo de suelo en el SAR, AI y AP.

Clave	Tipo	Txtura	SAR		AI		AP	
			Sup_ha	%	Sup_ha	%	Sup_ha	%
KShucc+RGca+LPrz/2	Kastañozem	Media	4,183.8613	37.91	35.2747	6.82	0.3912	0.29
N/A	N/A	N/A	30.7060	0.28	-	-	-	-
VRccson/3	Vertisol	Fina	4,938.7139	61.81	481.7825	93.18	133.8616	99.71
VRmzpe+RGca/3		Fina	633.3719		-	-	-	-
VRpe/3		Fina	85.8922		-	-	-	-
VRpe+LPrz+RGca/3		Fina	678.5180		-	-	-	-
VRpe+RGca+GLvr/3		Fina	483.9781		-	-	-	-
Total general			**11,035.0412**	**100.00**	**517.0572**	**100.00**	**134.2528**	**100.00**

Figura IV.22. Unidades edafológicas que inciden en el AP, AI y SAR.



A continuación, se describen las características principales de los tipos de suelo que se encuentran en el **SAR, AI** y **AP.**

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.

Kastañozem: Suelos de color castaño o pardo de climas semisecos. Tienen una capa superficial oscura, gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes; puede haber cal o yeso en algún lugar del suelo.

Erosión del suelo

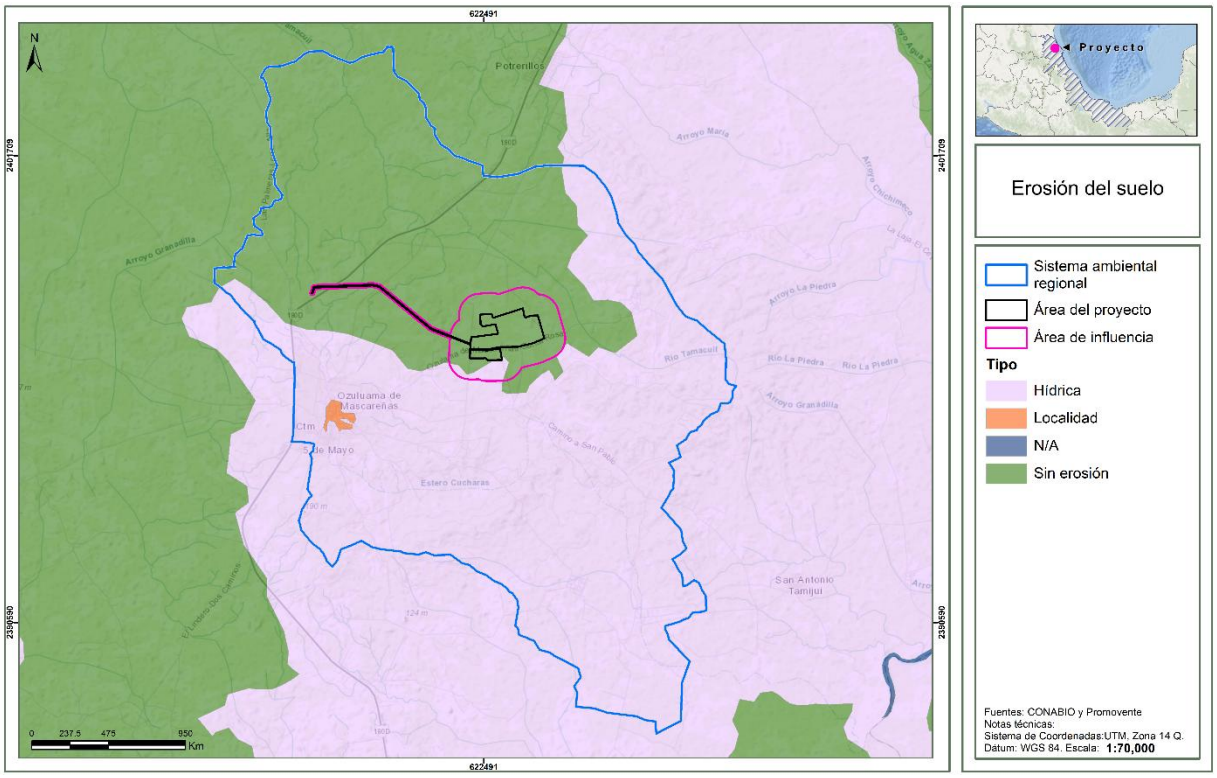
De acuerdo con la información obtenida de la carta temática de Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 de la Dirección de Geomática, SEMARNAT, (2004) obtenida del Geoportal del

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 58.98%, mientras que, en el **AI**, representa 8.07% y en el **AP** este tipo de erosión corresponde al 0.29% 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.4. Tipos de erosión presente en el SAR, AI y AP

Clave	Tipo	Forma	Grado	SAR		AI		AP	
				Sup_ha	%	Sup_ha	%	Sup_ha	%
HL1	Hídrica	Laminar	N	3,131.3959	28.38	0.4833	0.09	-	-
HL1+HS1	Hídrica	Laminar	Leve	3,377.1637	30.60	41.2683	7.98	0.3911	0.29
SE	Sin erosión	-	-	4,495.7756	40.74	475.3056	91.93	133.8616	99.71
ZU	Localidad	-	-	30.7060	0.28	-	-	-	-
Total general				**11,035.0412**	**100.00**	**517.0572**	**100.00**	**134.2528**	**100.00**

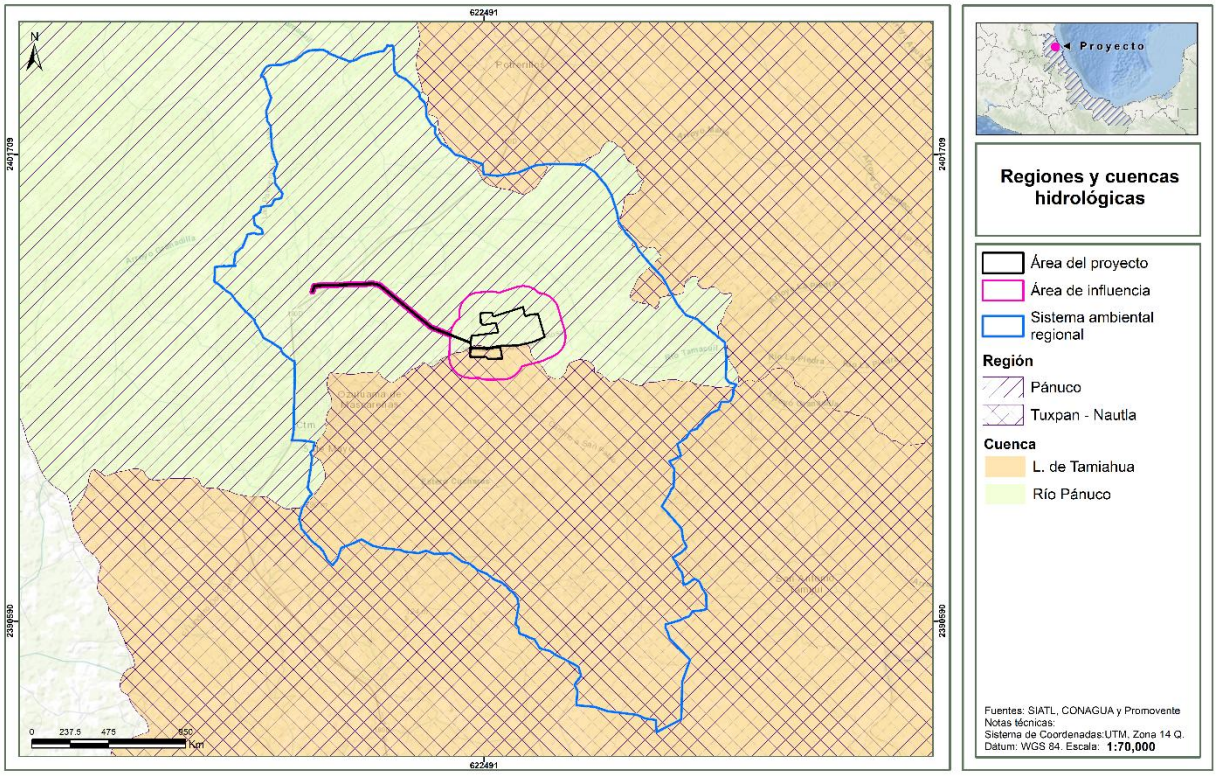
Figura IV.23. Tipos de erosión presente en el SAR, AI y AP



IV.4.4 Hidrología

El **SAR** se ubica entre dos regiones hidrológicas: la Región hidrológica Pánuco (54%) y Tuxpan-Nautla (46%). Asimismo, en dos cuencas hidrológicas: la Cuenca del R Pánuco (54%) y la L. de Tamiahua (29%).

Figura IV.24. Región y cuenca hidrológica sobre la que incide el SAR, AI y AP.



Por último, el **SAR** pertenece a 4 subcuencas hidrológicas, es decir, a la Subcuenca L. Pueblo Viejo, Estero Cucharas y L. de Tamiahua. Asimismo, se tiene la incidencia del **SAR** sobre 3 microcuencas: Alto del Moralito, Colonia de las palmeras y Ozuluama de Mascareñas.

Figura IV.25. Subcuenca y microcuenca hidrológica sobre la que incide el SAR, AI y AP.

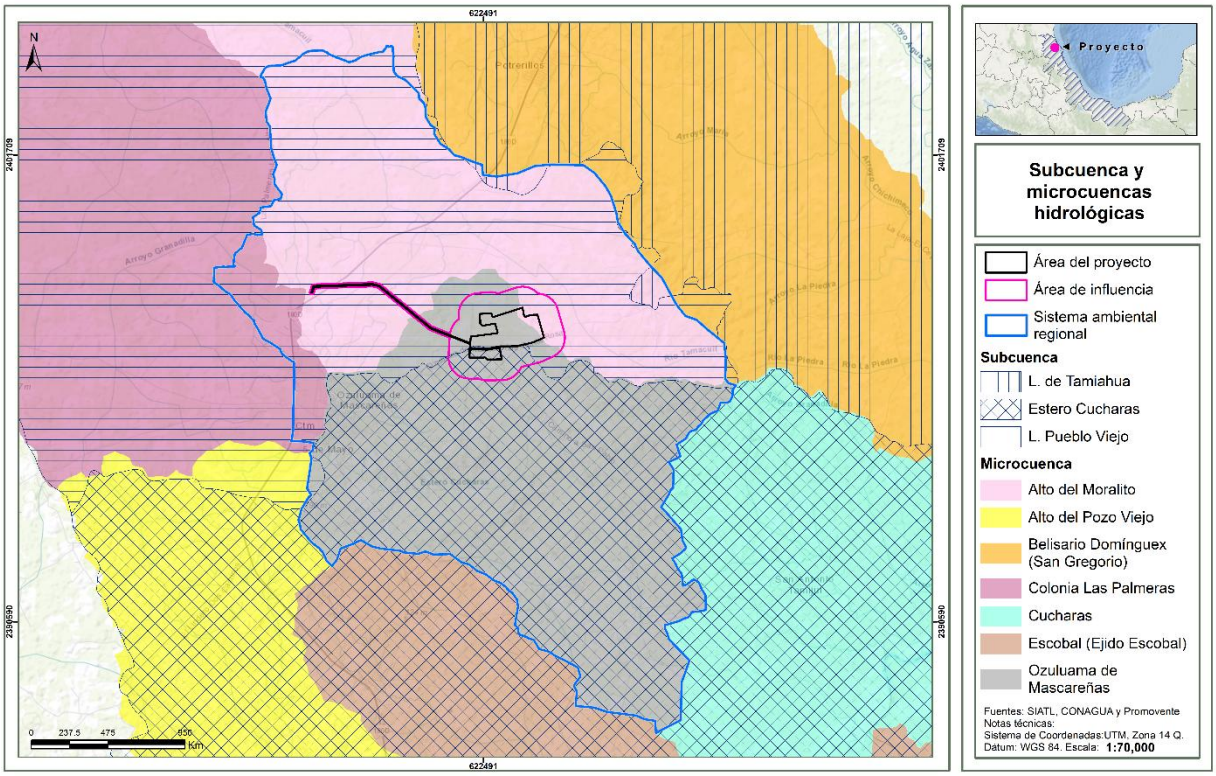


Tabla IV.5. Características de las regiones hidrológicas sobre las que inciden el SAR, AI y AP.

	Clave/nombre	Área (ha)	Tipo (abierta/cerrada)
Región hidrográfica	RH26 Pánuco	5653.60	Abierta
	RH27 Tuxpan-Nautla	5381.44	Abierta
Cuenca	L. de Tamiahua	5381.44	Abierta
	Río Pánuco	5653.60	Abierta
Subcuenca	L. de Tamiahua	126.30	Abierta
	Estero Cucharas	5255.14	Abierta
	L. Pueblo Viejo	5653.60	Abierta
Microcuenca	Alto Del Moralito	4679.89	Abierta
	Belisario Domínguez (San Gregorio)	0.003	Abierta
	Colonia Las Palmeras	468.04	Abierta
	Ozuluama De Mascareñas	5887.10	Abierta

IV.4.4.1 Hidrología superficial

Dentro del **SAR** no se presentan corrientes de agua perennes, no obstante, aledañas al mismo se encuentran dos corrientes perennes conocidas como Estero Topila y Chicayán, aunado a diferentes cauces intermitentes conocidas con los siguientes nombres: La Guia, Pasó de Maya, El Cincuenta y cinco, El Barral,

Franco, Granadilla, Chichimeco, Buenavista, María, La Poza, Ebanal, La Piedra, El Brujo, Magosal, Hondo, Morales, La Machorra y Escribanillo. No obstante, en el **SAR** si se reportan dos cuerpos de agua intermitentes que abarcan el 1% de la superficie total, estos son conocidos como: Gladis y Alicia (Semarnat, 2021).

Figura IV.26. Hidrología superficial que incide en el SAR, AI y AP.

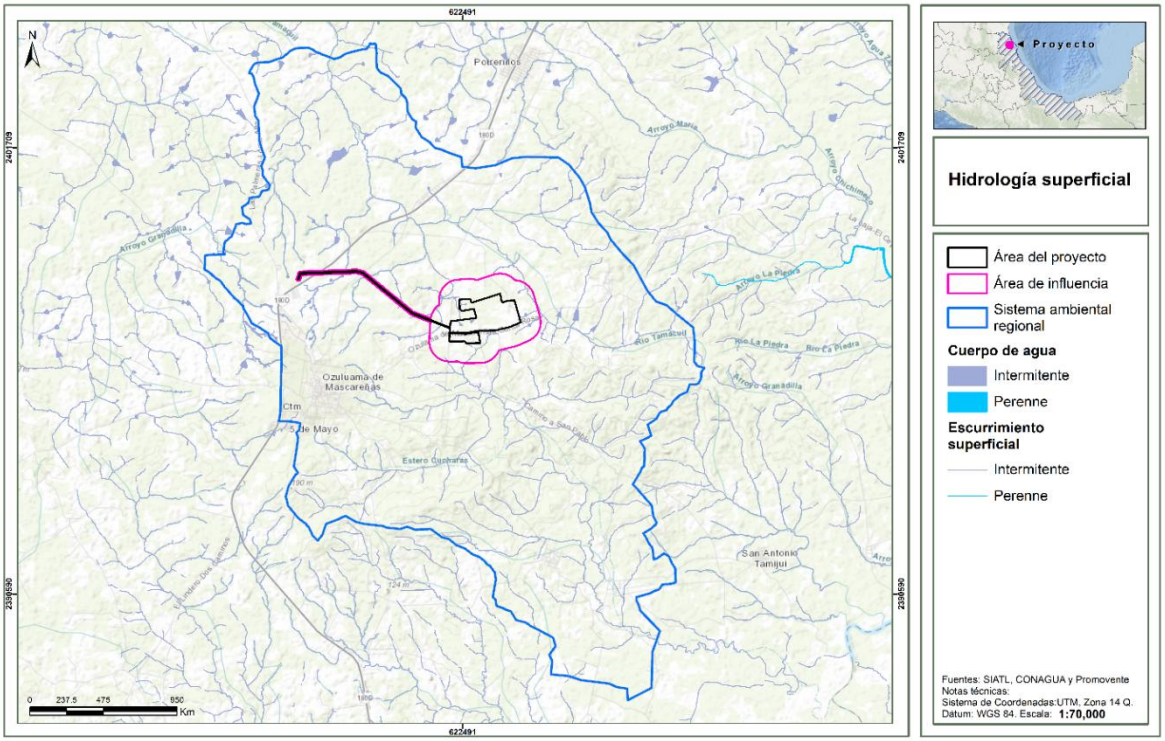


Tabla IV.6. Características y tipo de escurrimientos que inciden el SAR, AI y AP.

Tipo de escurrimiento	Orden	Sistema ambiental regional		Área de influencia		Área del Proyecto	
		Número de corrientes	Longitud (km)	Número de corrientes	Longitud (km)	Número de corrientes	Longitud (km)
Intermitentes	1	249	105.15	20	4.97	6	0.48
	2	87	38.34	5	1.22	2	0.05
	3	44	23.13	3	1.17	-	-
	4	37	19.84	-	-	-	-
Total		**417**	**186.46**	**28**	**7.36**	**8**	**0.53**

De acuerdo con la tabla anterior, en el **SAR** se presentan 417 corrientes de tipo intermitente correspondientes al orden 1,2,3 y 4, sumando un total de 186.46 km dentro el **SAR**. Así mismo, en el **AI** se presentan 28 corrientes de tipo intermitente de orden 1, 2 y 3, que en conjunto suman una longitud total de 7.36 km, finalmente en el **AP** solo se registran 8 corrientes de tipo intermitente de orden 1 y 2 con una longitud de 0.53 km.

Figura IV.27. Tipos de escurrimientos que incide en el SAR.

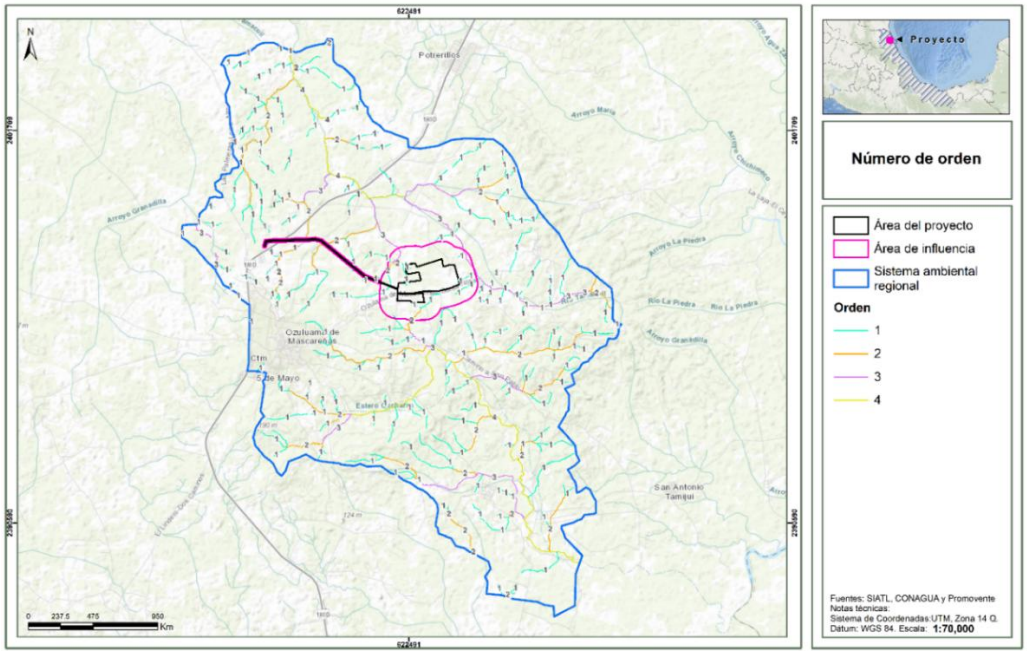
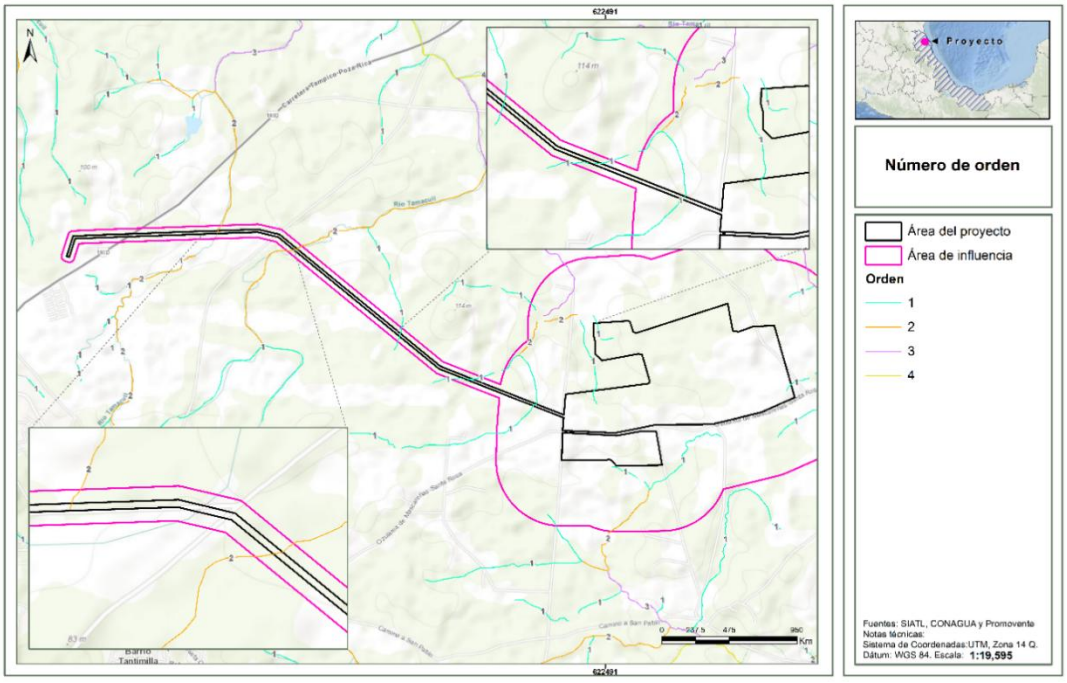


Figura IV.28. Tipos de escurrimientos que incide en el AI y AP.



Es importante mencionar que, en el AI y AP, no se presentan escurrimientos de tipo Perenne. Asimismo, es fundamental destacar que los cuerpos de agua identificados mediante los recorridos de campo, así como imágenes satelitales (Google Earth), no se clasifican como cuerpos de agua

nacionales ni están sujetos a la jurisdicción de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), debido a que consisten en depósitos artificiales construidos para fines agrícolas. En consecuencia, con las características y condiciones del entorno. Se anexa en el Apéndice IV Anexo IV.2 Oficio CONAGUA, mediante el cual la Autoridad competente aprueba el desarrollo del Proyecto conforme a su incidencia con las corrientes y depósitos artificiales.

Figura IV.29. Repositorios de agua artificial para la actividad agrícola.

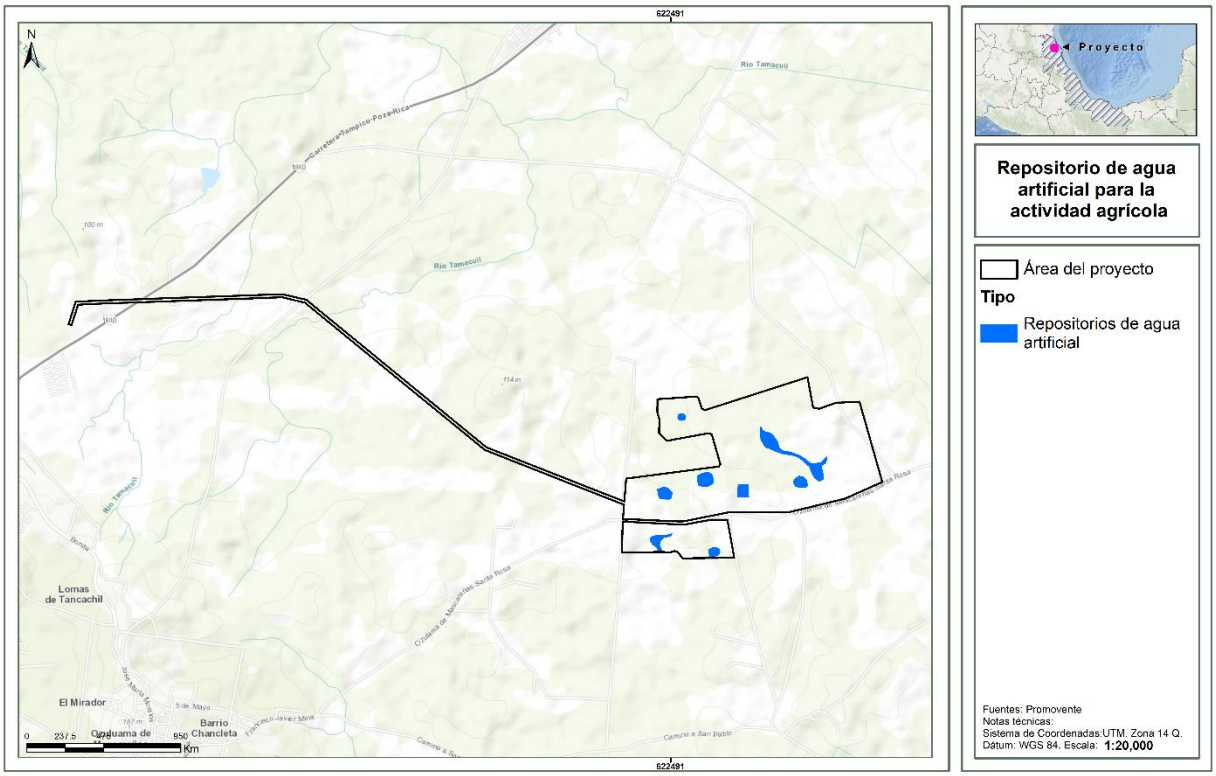


Figura IV.30. Repositorios de agua artificial para la actividad agrícola identificados en los recorridos de campo.

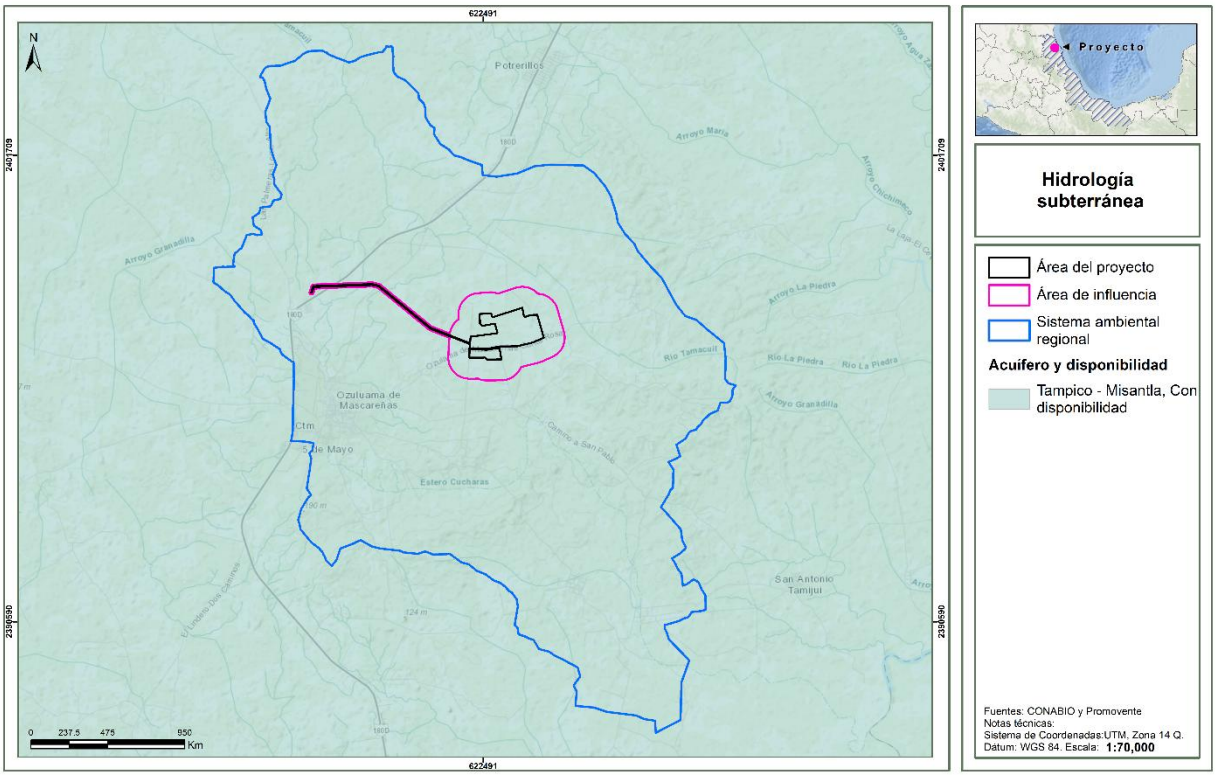


IV.4.4.2 Hidrología subterránea.

El **SAR, AI** y **AP** incide sobre el acuífero Tampico – Misantla, el cual se define como un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisotrópico, tanto en sentido horizontal como vertical, constituido por sedimentos aluviales, fluviales y eólicos depositados tanto en los subálveos de las corrientes fluviales como en la planicie costera. La granulometría de estos materiales varía de gravas a arcillas, conformando un acuífero de reducidas dimensiones y poca capacidad de almacenamiento. Se puede apreciar en su porción superior sedimentos aluviales y conglomerados cuaternarios, que presentan granulometría y permeabilidad variable. En su porción inferior el acuífero se aloja en areniscas, lutitas y en menor proporción basaltos, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento.

Debido a la alternancia de secuencias arcillo-calcáreas es posible inferir la presencia de horizontes acuíferos semiconfinados. Las rocas calizas pueden presentar también condiciones de semiconfinamiento, sus áreas de recarga se localizan en las sierras limítrofes del valle, cuyo potencial no ha sido explorado aún en la región y puede localizarse a grandes profundidades en la planicie costera.

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



Niveles del Agua Subterránea

La profundidad al nivel de saturación de agua subterránea o nivel estático en el año 2013 variaba de 1 a 20 metros, incrementándose por efecto de la topografía, desde la porción oriental del acuífero Tampico-

Misantla, que corresponde a la zona costera, hacia el occidente, en dirección a las estribaciones de las sierras y lomeríos que delimitan el acuífero. Los niveles más someros se registran a lo largo del cauce del Río Pánuco, otros ríos y arroyos, en torno de cuerpos de aguas superficiales y a lo largo de toda la planicie costera. Los valores más profundos se registran hacia las partes topográficamente más altas, en la zona comprendida entre los poblados Ixcatepec, Tantoyuca y Tempoal de Sánchez.

La elevación del nivel estático en el año 2013 variaba entre 5 y 100 metros sobre el nivel del mar, mostrando el reflejo de la topografía, al igual que los valores de profundidad, lo que indica que el flujo subterráneo no ha sufrido alteraciones causadas por la concentración del bombeo. Las menores elevaciones se localizan en la porción costera, desde donde se incrementan gradualmente por efecto de la topografía hacia la porción occidental, mostrando de esta manera una dirección preferencial del flujo subterráneo de occidente al oriente. En la porción central y occidental del acuífero la dirección el flujo subterráneo se dirige a los ríos Tempoal y Pánuco.

Con respecto a la evolución del nivel estático para el periodo del 2010 al 2013, se registran valores puntuales de abatimiento, de 1 a 2 metros. En la mayor parte del acuífero los niveles del agua subterránea no presentan cambios significativos en su profundidad.

Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

El volumen de extracción conjunta asciende a 8.5 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales 8.1 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden al 95.3 por ciento, se destinan al uso público-urbano y 0.4 millones de metros cúbicos anuales, que representan el 4.7 por ciento para usos doméstico y pecuario. El volumen de agua utilizado para uso agrícola es muy bajo.

Adicionalmente, a través de los 6 manantiales se descarga un caudal de 73 litros por segundo, que representa un volumen anual de 2.3 millones de metros cúbicos anuales, destinado al uso doméstico y pecuario.

Calidad del agua subterránea

En el acuífero Tampico-Misantla, clave 3017, se midieron la temperatura, conductividad eléctrica, potencial hidrógeno y sólidos totales disueltos en el agua subterránea en 115 captaciones, en el año 2013.

La concentración de sólidos totales disueltos en el agua subterránea varió entre 114 y 1,182 miligramos por litro. Las menores concentraciones de sólidos totales disueltos se registran en los aprovechamientos localizados hacia las partes topográficamente más altas, ubicadas en el extremo occidental del acuífero, y las más altas hacia la zona costera y hacia los ríos Pánuco y Tempoal, confirmando de esta manera las direcciones preferenciales del flujo subterráneo.

Sólo dos aprovechamientos sobrepasaron el límite de 1,000 miligramos por litro, establecido en 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. La temperatura varió entre 22.8 a 34.6 grados centígrados y el potencial hidrógeno de 4.43 a 8.87.

Disponibilidad media anual

La disponibilidad media anual en el acuífero Tampico-Misantla, clave 3017, se calculó considerando una recarga total media anual de 268.0 millones de metros cúbicos una descarga natural comprometida de 138.2 y el volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014 de 26.134190 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 103.665810 millones de metros cúbicos anuales.

Esta cifra indica que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Tampico-Misantla, clave 3017.

El volumen máximo de agua subterránea que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables es de 129.8 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde a la recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

IV.4.5 Aire

El aumento en la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera dan origen al problema del calentamiento global y con ello al cambio climático. La cuantificación de dichas emisiones permite a los gobiernos, las empresas y la ciudadanía identificar las principales fuentes de emisión y posteriormente definir las acciones que llevarán a su reducción o captura.

La preparación de un Inventario de GEI a nivel municipal, fortalece los esfuerzos nacionales para cumplir con los compromisos adquiridos por México en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) en cuanto a la estimación y reporte de las emisiones y captura en sumideros de los gases de efecto invernadero no contemplados en el Protocolo de Montreal.

El inventario de emisiones de GEI para el municipio de Ozuluama, Veracruz, donde se encuentra inmerso el **SAR**, estimó en concordancia con las Directrices del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) en su versión revisada de 1996 (en adelante “Directrices IPCC, 1996”) y la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de invernadero del año 2000 (en adelante “Orientación de las Buenas Prácticas IPCC, 2000”).

El inventario de emisiones de GEI informa sobre las emisiones de los seis gases considerados en el Anexo A del Protocolo de Kioto, que son bióxido de carbono (CO2), metano (CH4), óxido nitroso (N2O), perfluorocarbonos (PFCs), hidrofluorocarbonos (HFCs) y hexafluoruro de azufre (SF6), generados en cuatro de las seis categorías o fuentes de emisión establecidas por el IPCC en sus directrices:

Estas emisiones incluyen los tres principales gases de GEI (CO2, CH4, N2O) no se calcularon los HFCs, PFCs y SF6 por no existir actividades en donde dichos gases se generen.

Tabla IV.7. Identificación de categorías calculadas en el municipio de Ozuluama de Mascareñas.

Categorías por parte del IPCC	Categorías calculadas	Año calculado	Gases reportados
Energía	Industria generación de energía Consumo de combustible Energía residencial y comercial	2019 2019 2016	CO_2
Procesos industriales	NE	NE	NE

Categorías por parte del IPCC	Categorías calculadas	Año calculado	Gases reportados
Ganadero, agropecuario, usos de suelo y silvicultura	Ganadería Agricultura Absorción arbórea	2020 2019 2018	CH_4, N_2O, CO_2eq
Desechos	Residuos sólidos urbanos Aguas residuales municipales	2016 NE	CH_4, CO_2eq

De acuerdo con el inventario de emisiones de GEI para el municipio de Ozuluama, Veracruz, 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,

IV.4.5.1 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.

IV.5 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.5.1 Vegetación.

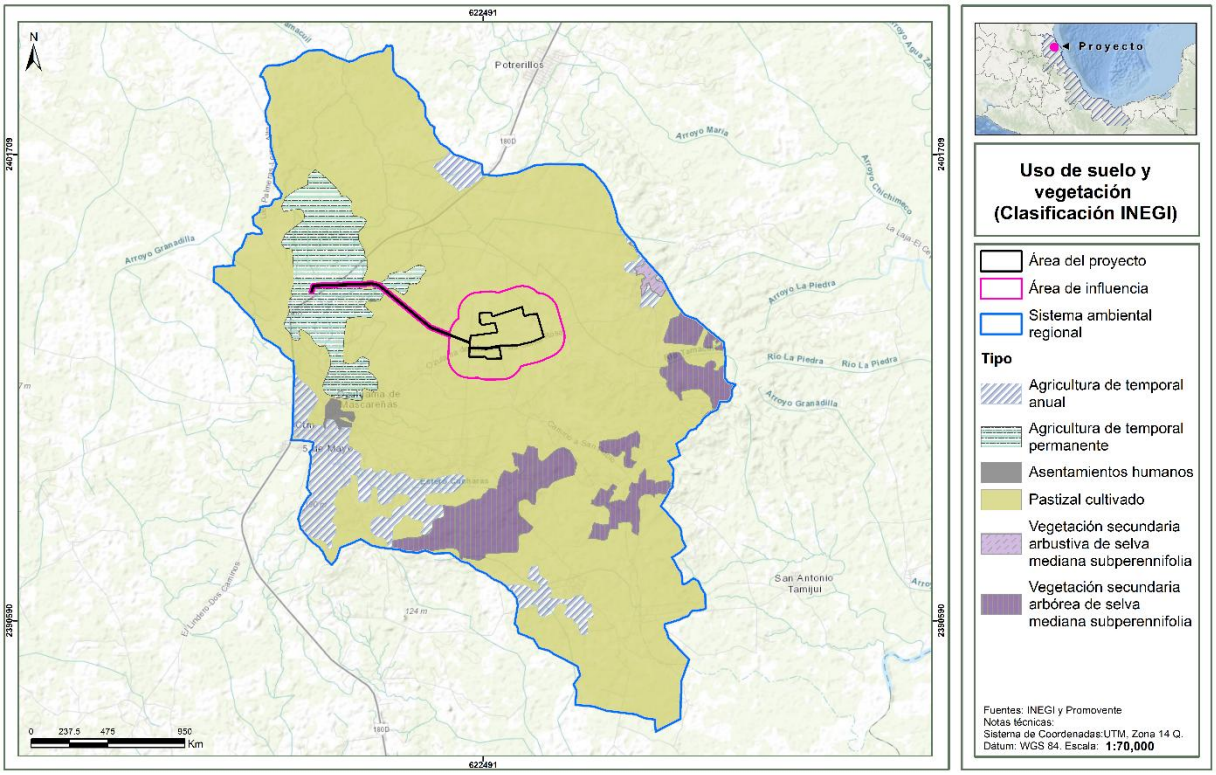
La vegetación es la principal porción biótica visible dentro del paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Estas comunidades se definen a través de su composición florística y su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotipo) de sus especies dominantes, 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 Pastizal cultivado, seguido del de Agricultura de temporal permanente, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, Agricultura de temporal anual y asentamientos humanos, mientras que para el **AP** y **AI**, únicamente se reporta Pastizal cultivado y Agricultura de temporal permanente tal como se muestra en la Figura IV.32.

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**.

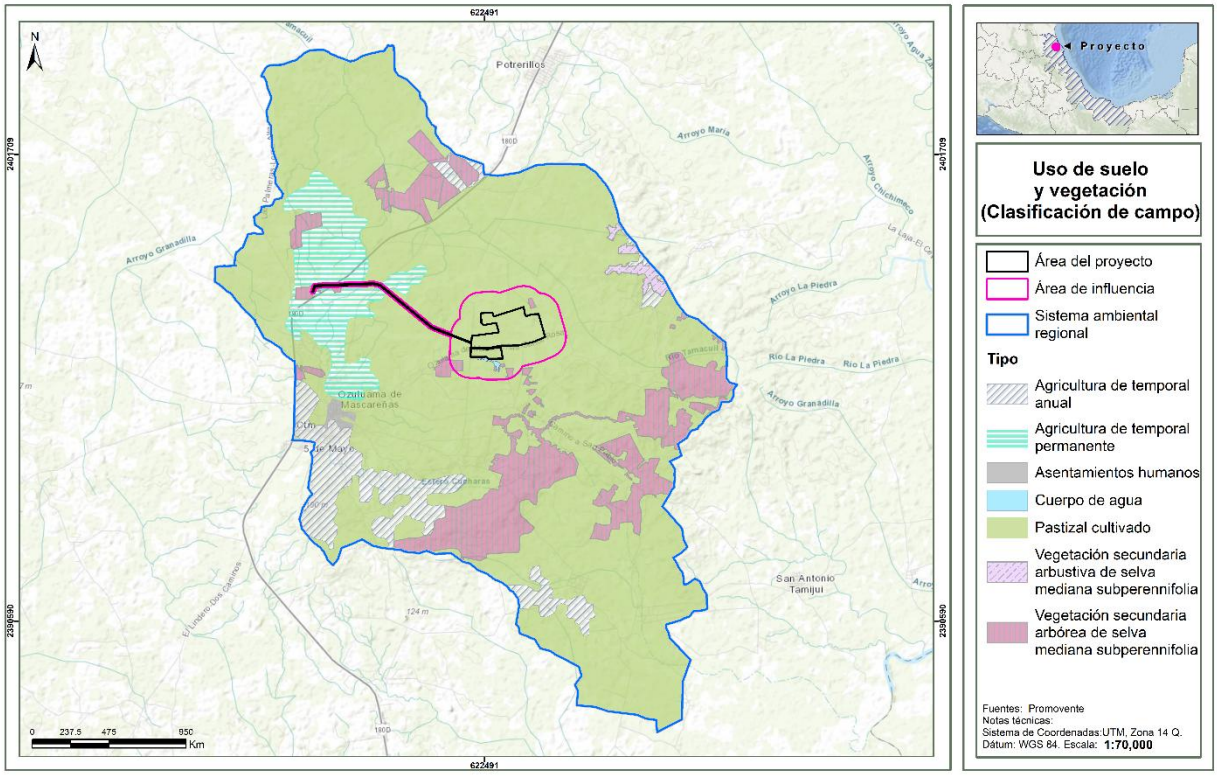
Figura IV.32. Uso de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR, AI y AP de acuerdo con el INEGI.



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 9 sitios de muestreo solo en las áreas que se consideraron forestales.

Como resultado del trabajo de campo, se obtuvieron 7 usos de suelo y tipos vegetación dentro del **SAR**, 4 tipos de coberturas para el **AI** y 3 coberturas para el **AP**.

Figura IV.33. 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 74.96%, en el **AI** el 93.63% y en el **AP** el 97.61%, mientras que la Agricultura de temporal permanente es el otro uso de suelo dominante, dado que se encuentra representado en el 6.51% del **SAR**, el 2.57% del **AI** y el 2.13% en el **AP**.

Al mismo tiempo, en campo se logró identificar cuerpos de agua, los cuales son utilizados para el riego de los campos de cultivo aledaños dentro del **SAR**. Estos cuerpos de agua ocupan el 0.03% dentro del **SAR**, el 0.65% en el **AI**.

Finalmente, la vegetación de tipo forestal corresponde a vegetación de selva mediana subperennifolia en estado de sucesión, arbórea y arbustiva, el estado primario, es decir, la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia se encuentra ocupando una superficie de 11.36% en el **SAR,** 3.14% en el **AI** y 0.26% **AP** respectivamente.

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.8. Superficies por Usos de suelo y vegetación identificados en campo.

Clave	Tipo de vegetación	Sistema ambiental regional		Área de influencia		Área del Proyecto	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
TA	Agricultura de temporal anual	697.920	6.32	-	-	-	-
TP	Agricultura de temporal permanente	718.609	6.51	13.3047	2.57	2.8614	2.13
AH	Asentamientos humanos	30.703	0.28	-	-	-	-
H2O	Cuerpo de agua	3.382	0.03	3.3822	0.65	-	-
PC	Pastizal cultivado	8272.325	74.96	484.1188	93.63	131.043	97.61
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1253.653	11.36	16.2515	3.14	0.3484	0.26
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	58.450	0.53	-	-	-	-
	Total, general	**11035.041**	**100.00**	**517.0572**	**100.00**	**134.2528**	**100.00**

Descripción bibliográfica de los tipos de suelo y vegetación:

Agricultura de temporal (anual y permanente):

Clave INEGI: 721- Agricultura de temporal.

Descripción: Superficie destinada al cultivo de especies vegetales de ciclo anual o permanente que dependen exclusivamente del agua de lluvia para su desarrollo. Puede incluir parcelas cultivadas con granos, hortalizas, frutales u otros productos agrícolas. No cuenta con infraestructura de riego.

Asentamientos humanos:

Clave INEGI: 123 (Zonas urbanas y rurales discontinuas)

Descripción: Áreas ocupadas por construcciones, infraestructura y espacios públicos utilizados para el establecimiento de población humana, ya sea en forma urbana (ciudades, pueblos) o rural (rancherías, ejidos, etc.). Incluye viviendas, calles, servicios y equipamiento urbano.

Cuerpo de agua:

Clave INEGI: 512 (Cuerpos de agua)

Descripción: Superficies cubiertas por agua de forma permanente o temporal, naturales o artificiales, tales como lagos, lagunas, presas, bordos, estanques y otros depósitos. Pueden tener origen natural o ser resultado de infraestructura construida para fines agrícolas, urbanos o industriales.

Pastizal cultivado:

Clave INEGI: 741

Descripción: Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Son pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guineo o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), etc. Estos pastizales son los que

generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

Derivado del trabajo de campo, se identificaron cuerpos de agua que han sido creados de manera artificial, ya que se tratan de depósitos destinados a actividades agrícolas. Estos cuerpos únicamente contienen agua durante la temporada de lluvias, funcionando como reservorios temporales. Por esta razón, y considerando sus características de uso y temporalidad, toda la superficie del parque eólico fue clasificada como pastizal.

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia:

Clave INEGI: 324.

Descripción: Esta cobertura corresponde a formaciones vegetales en proceso de regeneración tras la perturbación de la selva mediana subperennifolia original. Se caracteriza por la presencia dominante de árboles de porte medio (8–15 m), con estructura vertical y diversidad reducidas respecto a la selva primaria. Incluye especies pioneras y remanentes nativos, y representa una etapa intermedia de sucesión ecológica.

Cumple funciones importantes como protección del suelo, almacenamiento de carbono, hábitat para fauna local y conectividad ecológica. Su presencia indica capacidad de recuperación del ecosistema, aunque refleja impactos previos. Es recomendable conservar y fomentar su restauración para mantener servicios ecosistémicos y biodiversidad.

Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia

Clave INEGI: 327

Descripción: Este tipo de cobertura vegetal corresponde a comunidades secundarias que se desarrollan como consecuencia de la perturbación antropogénica o natural de la selva mediana subperennifolia, la cual es un ecosistema tropical caracterizado por árboles de hasta 25 metros de altura y la presencia de especies que pierden parcialmente sus hojas en la época seca.

En su etapa arbustiva, la vegetación secundaria está conformada predominantemente por especies de porte bajo, generalmente inferiores a 5 metros de altura, con tallos múltiples, ramificación basal y crecimiento denso. Esta fase de sucesión ecológica representa un estado temprano o intermedio de regeneración natural, en el cual las especies pioneras, tolerantes a la luz solar y de rápido crecimiento, dominan el estrato vegetal.

Comúnmente se observa una mezcla de especies nativas remanentes de la selva original, junto con especies oportunistas o invasoras, muchas de ellas de tipo herbáceo o leñoso, que colonizan rápidamente tras el desmonte, tala, quema o abandono de actividades agropecuarias.

IV.5.1.1 Superficies de afectación por tipo de vegetación

Una vez identificados en campo los usos de suelo y los tipos de vegetación, se realizó la superposición de los componentes del proyecto sobre dicha cartografía. Como resultado, se determinó que el proyecto

ocupará una superficie total de **134.2528 hectáreas**, distribuidas de la siguiente manera: **1.6611 hectáreas** presentarán afectación permanente con sellamiento, correspondientes a los componentes Área de Baterías, Centro de Transformación, Inversores String y Subestación Eléctrica; **109.4635 hectáreas** tendrán también afectación permanente con sellamiento, asociadas a los componentes Área de Módulos, Caminos, DDV, Línea de Transmisión y Zanja de Cableado Eléctrico; y finalmente, **23.1282 hectáreas** presentarán afectación temporal sin sellamiento, relacionadas con los componentes Área de Maniobras y Área de Trabajos Temporales.

Tabla IV.9. Superficie total del proyecto y tipo de vegetación**.**

Componente	Tipo de uso de suelo y/o vegetación	Tipo vegetación	Afectación	Sellamiento	Superficie		%
					ha	m2	
DDV Línea de transmisión	Agricultura de temporal permanente	No Forestal	Permanente	Sin sellamiento	2.8614	28,614.4674	2.13%
Área de baterías	Pastizal cultivado	No Forestal	Permanente	Con sellamiento	0.5091	5,090.9897	0.38%
Área de maniobras	Pastizal cultivado	No Forestal	Temporal	Sin sellamiento	21.7861	217,860.9250	16.23%
Área de módulos	Pastizal cultivado	No Forestal	Permanente	Sin sellamiento	97.8514	978,513.6946	72.89%
Área de trabajos temporales	Pastizal cultivado	No Forestal	Temporal	Sin sellamiento	1.3421	13,421.4642	1.00%
Caminos	Pastizal cultivado	No Forestal	Permanente	Sin sellamiento	2.1911	21,911.3126	1.63%
Centro de transformación	Pastizal cultivado	No Forestal	Permanente	Con sellamiento	0.0297	297.2526	0.02%
DDV Línea de transmisión	Pastizal cultivado	No Forestal	Permanente	Sin sellamiento	5.8554	58,554.2035	4.36%
Inversores String	Pastizal cultivado	No Forestal	Permanente	Con sellamiento	0.0255	254.8628	0.02%
Subestación eléctrica	Pastizal cultivado	No Forestal	Permanente	Con sellamiento	1.0968	10,967.7640	0.82%
Zanja de cableado eléctrico	Pastizal cultivado	No Forestal	Permanente	Sin sellamiento	0.3557	3,557.2535	0.26%
DDV Línea de transmisión	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	Forestal	Permanente	Sin sellamiento	0.3484	3,483.6858	0.26%
				Total, general	**134.2528**	**1,342,527.8755**	**100%**

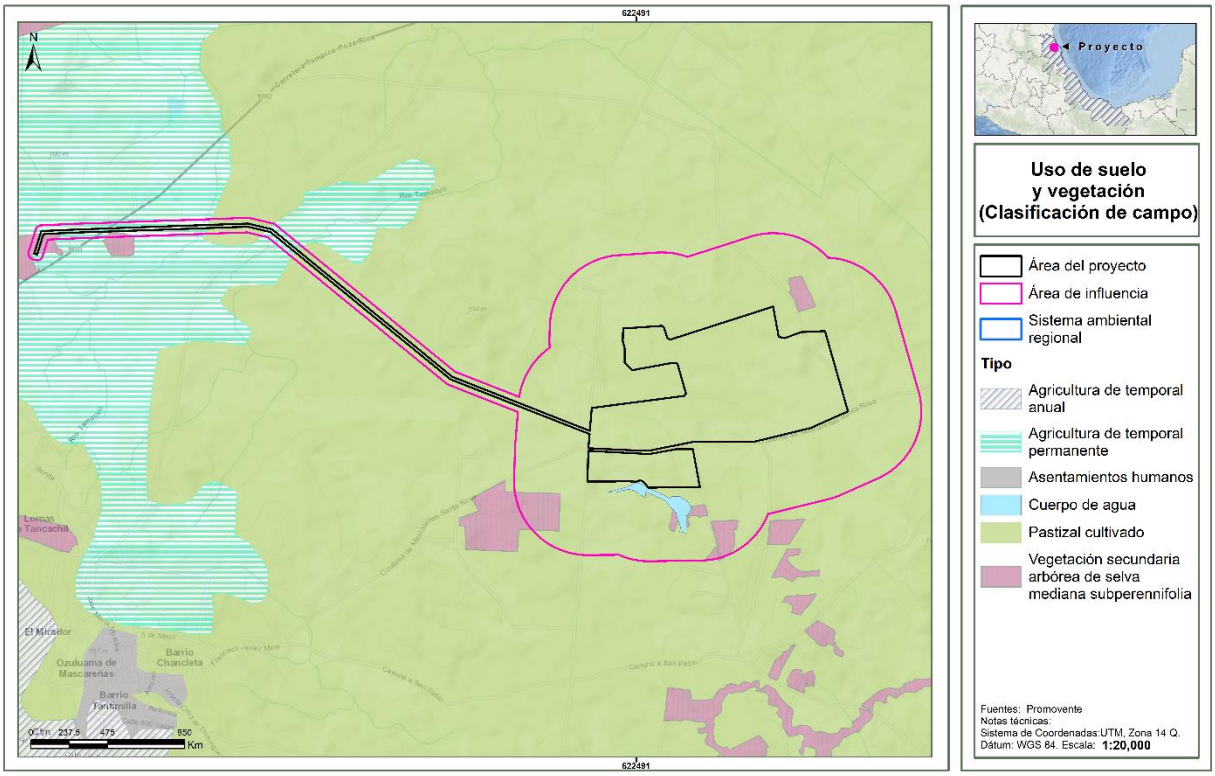
De la superficie total de **134.2528 hectáreas** que ocuparán los componentes del Proyecto, **0.3484 hectáreas corresponden a vegetación forestal**, mientras que el resto se establecerá sobre áreas previamente destinadas a actividades agrícolas y pastizales cultivados.

Tabla IV.10. Superficies de afectación por tipo de vegetación forestal**.**

Componentes del proyecto	Afectación	Sellamiento	Uso de suelo y vegetación	Tipo de vegetación	Superficie (ha)
DDV Línea de transmisión	Permanente	Sin sellamiento	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	Forestal	0.3484
				Total	**0.3484**

De igual forma, en la siguiente imagen se hace un acercamiento del **AP** y donde se puede observar con mayor detalle de lo antes descrito.

Figura IV.34. Mapa de Uso de suelo y vegetación reconocidos en campo para el AI y AP.



Es importante destacar que los cuerpos de agua visibles en imágenes satelitales (como Google Earth) **No forman parte de los cuerpos de agua nacionales**, por lo que **no** son competencia de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), al tratarse de depósitos artificiales destinados a actividades agrícolas. En función de lo anterior, se concluye que el Proyecto presenta una alta compatibilidad ambiental con las condiciones del entorno.

IV.5.2 Metodología para la caracterización y composición florística

IV.5.2.1 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 implicó el levantamiento de información en el **AP**, **AI** y **SAR**, en 9 sitios de muestreo en conjunto, sobre la **vegetación secundaria**

arbórea de selva mediana subperennifolia. El muestreo solo se hizo en este tipo de vegetación, **ya que el resto corresponde a vegetación no forestal.**

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.

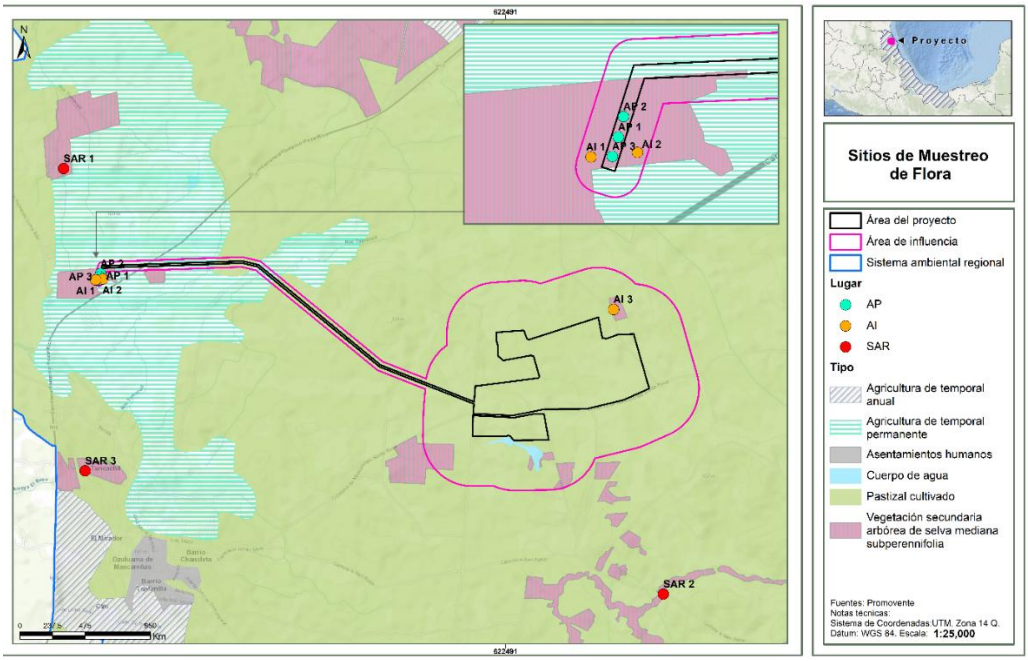
SAR	AI	AP
3	3	3

Las coordenadas de los sitios de muestreo en las áreas forestales se presentan en la siguiente tabla, asimismo, las figuras subsecuentes, se muestra de manera gráfica la ubicación de los sitios mencionados. Las coordenadas en formato digital se presentan en el **Apéndice IV. Anexo IV.3. BD_Flora PF Chabacanes**, en la pestaña “coordenadas”.

Tabla IV.12. Coordenadas de los sitios de muestreo.

Sitio	Clave	X	Y	Lugar	USV
25	SAR 3	618268	2396533	SAR	VSA/SMQ
28	SAR 2	624077	2395298	SAR	VSA/SMQ
29	SAR 1	618051	2399562	SAR	VSA/SMQ
10	AP 3	618405	2398448	AP	VSA/SMQ
8	AP 2	618422	2398508	AP	VSA/SMQ
9	AP 1	618414	2398477	AP	VSA/SMQ
18	AI 3	623576	2398150	AI	VSA/SMQ
19	AI 2	618443	2398454	AI	VSA/SMQ
20	AI 1	618373	2398447	AI	VSA/SMQ

Figura IV.35. Distribución gráfica de los sitios de muestreo en el SAR, AI y AP.



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.13. 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).

Figura IV.36. 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 2024 y durante la temporada de secas, del 26 de noviembre al 1 de diciembre 2024**, del levantamiento de información, se conformó una sola base de datos, misma que se encuentra en el **Apéndice IV, Anexo IV.3. BD Flora PF Chabacanes.**

IV.5.2.2 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.

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.

$$Frecuencia\ relativa = Frecuencia\ absoluta\ x\ 100$$

$$Dominancia\ relativa = Dominancia\ absoluta\ x\ 100$$

$$Abundancia\ relativa = Abundancia\ absoluta\ x\ 100$$

$$IVI = Dominancia\ relativa + Abundancia\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

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).

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.5.2.3 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 **AP**. Asimismo, en el **Apéndice IV, Anexo IV.3. 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 muestreados son suficientes y representativos para describir la diversidad de flora en el **AP**, **AI** y **SAR** y al integrar los resultados entre las tres áreas.

Como se puede observar en las siguientes imágenes, para la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) se obtuvieron índices de completitud de 95% tanto para Chao 1 como para Chao 2.

Figura IV.37. Curva de acumulación de especies para la vegetación de **VSA/SMQ** en el **SAR**.

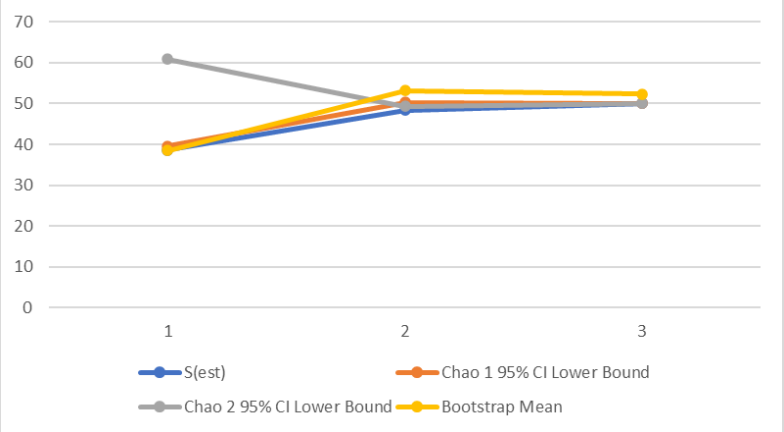


Figura IV.38. Curva de acumulación de especies para la vegetación de **VSA/SMQ** en el **AI**.

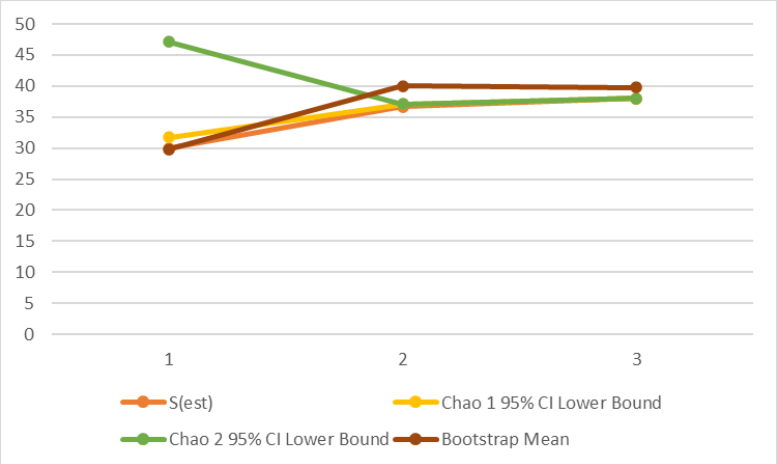
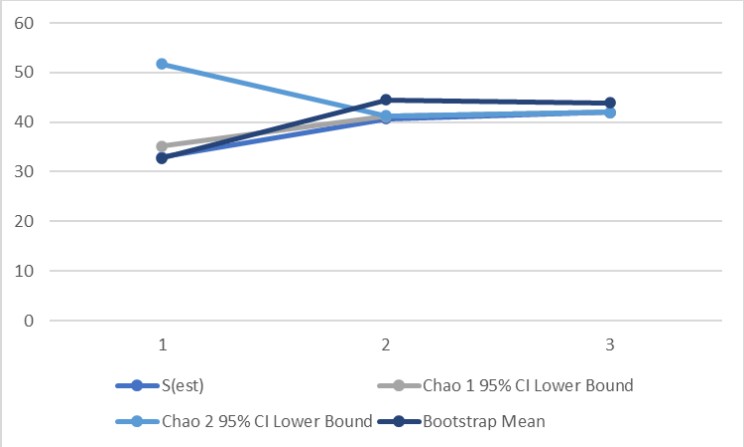


Figura IV.39. Curva de acumulación de especies para la vegetación de **VSA/SMQ** en el **AP**.



Composición florística para VSA/SMQ

Derivado del trabajo de campo, y el análisis de datos, se obtuvo que la composición florística de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), está compuesta por 53 especies, pertenecientes a 33 familias y 21 órdenes. De las 53 especies registradas, 50 se reportaron en el **AP**, 52 en el **AI** y 53 en el **SAR**.

Tabla IV.14. Listado de especies de flora registradas durante el trabajo de campo para **VSa/SMQ.**

Estrato	Orden	Familia	Especie	Comun	NOM-059	CITES	IUCN	Distribución	AI	AP	SAR
Arbóreo	*Arecales*	*Arecaceae*	*Sabal mexicana*	Apachite	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Caryophyllales	*Polygonaceae*	*Coccoloba barbadensis*	Roble de la Costa	SC	-	LC	Nativa		X	X
	Fabales	*Fabaceae*	*Ebenopsis ebano*	Ébano	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
			Gliricidia sepium	Cacahuananche	SC	-	LC	Nativa		X	X
			Piscidia piscipula	Barbasco	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
			Pithecellobium lanceolatum	Conchil	SC	-	LC	Nativa	X		X
			Senna atomaria	Palo Zorrillo	SC	-	LC	Nativa	X		X
			Vachellia cornigera	Cornezuelo	SC	-	LC	Nativa	X		X
	Lamiales	*Bignoniaceae*	*Tabebuia rosea*	Apamate	SC	Apéndice II	LC	Nativa	X	X	X
	Malvales	*Malvaceae*	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Sapindales	*Anacardiaceae*	*Spondias mombin*	Jobo	SC	-	LC	Nativa			X
		Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
		Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	Pr	Apéndice II	VU	Nativa			X
		Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Chambimbe	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Arbustivo	*Brassicales*	*Caricaceae*	*Carica papaya*	Papaya	SC	-	DD	Nativa	X	X	
	Caryophyllales	*Nyctaginaceae*	*Pisonia aculeata*	Coma de Uña	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
		Cactaceae	*Selenicereus spinulosus*	Pitayita Espinosa	SC	Apéndice II	LC	Nativa	X	X	X
	Ericales	*Primulaceae*	*Bonellia macrocarpa*	Amole	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Fabales	*Fabaceae*	*Bauhinia divaricata*	Calzoncillo	SC	-	LC	Nativa			X
			Senna pendula	Canuto	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Gentianales	*Apocynaceae*	*Tabernaemontana alba*	Cojón de Gato	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
		Rubiaceae	*Psychotria erythrocarpa*	Hierba del cargapalito	SC	-	-	Nativa	X	X	X
	Lamiales	*Lamiaceae*	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	SC	-	LC	Nativa		X	X
		Verbenaceae	*Duranta erecta*	Coralillo	SC	-	LC	Nativa			X
	Magnoliales	*Annonaceae*	*Annona globiflora*	Anona	SC	-	-	Endémica	X	X	X
	Malpighiales	*Euphorbiaceae*	*Adelia barbinervis*	Espino Blanco	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
			Croton cortesianus	Palillo	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Malvales	*Malvaceae*	*Abutilon trisulcatum*	Pelotazo	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
			Malvaviscus arboreus	Altea	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
			Triumfetta semitriloba	Mozote	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Myrtales	*Myrtaceae*	*Eugenia capuli*	Capulín de Mayo	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Piperales	*Piperaceae*	*Piper auritum*	Hierba santa	SC	-	LC	Nativa	X		X
	Rosales	*Moraceae*	*Trophis racemosa*	Ramón Colorado	SC	-	LC	Nativa		X	X
		Rhamnaceae	*Sageretia elegans*	Espuela de Gallo	SC	-	LC	Nativa			X
	Sapindales	*Rutaceae*	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	SC	-	LC	Nativa	X	X	X

Estrato	Orden	Familia	Especie	Comun	NOM-059	CITES	IUCN	Distribución	AI	AP	SAR
Herbáceo	*Asterales*	*Asteraceae*	*Calea urticifolia*	Hierba Amarga	SC	-	LC	Nativa			X
			Melampodium microcephalum	Ojo de Perico	SC	-	LC	Nativa		X	X
	Boraginales	*Boraginaceae*	*Heliotropium angiospermum*	Alacrancillo	SC	-	LC	Nativa		X	X
	Caryophyllales	*Petiveriaceae*	*Rivina humilis*	Bajatripa	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Gentianales	*Apocynaceae*	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo tropical	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Lamiales	*Bignoniaceae*	*Mansoa hymenaea*	Enredadera de ajo	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
		Lamiaceae	*Salvia coccinea*	Mirto coral	SC	-	LC	Nativa	X		X
		Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco Negritos	SC	-	LC	Nativa		X	X
			Priva lappulacea	Cadillo de Bolsa	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Liliales	*Smilacaceae*	*Smilax bona-nox*	Zarzaparrilla	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Malvales	*Malvaceae*	*Herissantia crispa*	Hierba del campo	SC	-	LC	Nativa		X	X
	Poales	*Poaceae*	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
			Megathyrsus maximus	Camalote	SC	-	-	Exótica-Invasora	X	X	X
	Rosales	*Rhamnaceae*	*Gouania lupuloides*	Bejuco Leñatero	SC	-	LC	Nativa	X	X	
	Sapindales	*Sapindaceae*	*Serjania brachycarpa*	Enredadera	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Schizaeales	*Lygodiaceae*	*Lygodium venustum*	Helecho	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
	Solanales	*Convolvulaceae*	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada	SC	-	LC	Nativa		X	X
	Vitales	*Vitaceae*	*Vitis tiliifolia*	Bejuco Blanco	SC	-	LC	Nativa	X	X	
TOTAL	**32**	**41**	**53**	**53**	**1**	**3**			**38**	**42**	**50**

SC: sin clasificación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr: Protección especial. VU: Vulnerable, DD: Datos Insuficientes, LC: Preocupación Menor, Apéndice II: Protección media

IV.5.2.4 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.5.2.5 Análisis de diversidad

La riqueza registrada para las tres áreas oscila entre 35 y 50. 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 este criterio, los resultados del presente estudio sugieren una baja diversidad en el estrato arbóreo en las tres áreas del proyecto (VSA/SMQ), con valores inferiores a 2.00. En contraste, los estratos arbustivo y herbáceo presentan una diversidad media, con valores que oscilan entre 2.00 y 2.50.

En cuanto al índice de equidad de Pielou, los resultados indican que, en los estratos arbóreo y arbustivo, no existen dominancias marcadas entre las especies, ya que los valores obtenidos se encuentran por debajo de 1, oscilando entre 0.63 y 0.86 en las tres áreas evaluadas. No obstante, el comportamiento específico de las especies será analizado más adelante mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Tabla IV.15. Índices de diversidad y equitatividad de VSA/SMQ en las tres áreas del proyecto.

VSA/SMQ	AP		AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
Arbóreo	1.24	0.56	1.65	0.72	1.82	0.69
Arbustivo	2.16	0.76	2.17	0.78	2.11	0.70
Herbáceo	2.27	0.82	1.95	0.79	2.46	0.89

IV.5.2.6 Índice de valor de importancia IVI

Estrato arbóreo de las tres áreas del proyecto

El Índice de Valor de Importancia (IVI) para el estrato arbóreo indica que la especie dominante en el **SAR** y en el **AP** es *Guazuma ulmifolia*, con valores de 65.64 y 145.30, respectivamente. En el **AI**, la especie con mayor IVI es *Bursera simaruba*, con un valor de 79.08. Esta dominancia se atribuye principalmente a su alta adaptabilidad, tanto en sitios áridos como en zonas húmedas. Aunque ambas especies son consideradas secundarias, pueden llegar a desempeñar un papel importante en etapas avanzadas de sucesión secundaria en selvas, al punto de aparentar ser un elemento de vegetación primaria. Es abundante y característica de áreas perturbadas.

Tabla IV.16. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de **VSA/SMQ** del **SAR.**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
1	*Sabal mexicana*	Apachite	10	5.95	3	10.71	205.23	13.97	30.63
2	*Coccoloba barbadensis*	Roble de la Costa	1	0.60	1	3.57	22.90	1.56	5.73
3	*Ebenopsis ebano*	Ébano	4	2.38	2	7.14	27.49	1.87	11.39

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
4	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	2	1.19	2	7.14	10.53	0.72	9.05
5	*Piscidia piscipula*	Barbasco	1	0.60	1	3.57	23.76	1.62	5.78
6	*Pithecellobium lanceolatum*	Conchil	7	4.17	2	7.14	42.91	2.92	14.23
7	*Senna atomaria*	Palo Zorrillo	6	3.57	3	10.71	41.24	2.81	17.09
8	*Vachellia cornigera*	Cornezuelo	46	27.38	3	10.71	269.32	18.33	56.42
9	*Tabebuia rosea*	Apamate	2	1.19	1	3.57	9.34	0.64	5.40
10	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	59	35.12	3	10.71	291.12	19.81	65.64
11	*Spondias mombin*	Jobo	1	0.60	1	3.57	31.17	2.12	6.29
12	*Bursera simaruba*	Palo mulato	25	14.88	3	10.71	412.74	28.09	53.68
13	*Cedrela odorata*	Cedro	2	1.19	2	7.14	24.98	1.70	10.03
14	*Sapindus saponaria*	Chambimbe	2	1.19	1	3.57	56.69	3.86	8.62
		Suma	**168**	**100.00**	**28**	**100.00**	**1,469.42**	**100.00**	**300.00**

Tabla IV.17. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de **VSA/SMQ** del **AI.**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
1	*Sabal mexicana*	Apachite	12	8.51	3	15.79	181.36	12.82	37.12
2	*Ebenopsis ebano*	Ébano	1	0.71	1	5.26	7.07	0.50	6.47
3	*Piscidia piscipula*	Barbasco	11	7.80	3	15.79	197.89	13.99	37.58
4	*Pithecellobium lanceolatum*	Conchil	1	0.71	1	5.26	4.91	0.35	6.32
5	*Senna atomaria*	Palo Zorrillo	4	2.84	1	5.26	30.29	2.14	10.24
6	*Vachellia cornigera*	Cornezuelo	16	11.35	1	5.26	104.09	7.36	23.97
7	*Tabebuia rosea*	Apamate	2	1.42	2	10.53	7.67	0.54	12.49
8	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	59	41.84	3	15.79	290.62	20.54	78.17
9	*Bursera simaruba*	Palo mulato	33	23.40	3	15.79	564.40	39.89	79.08
10	*Sapindus saponaria*	Chambimbe	2	1.42	1	5.26	26.55	1.88	8.56
		Suma	**141**	**100.00**	**19**	**100.00**	**1,414.84**	**100.00**	**300.00**

Tabla IV.18. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de **VSA/SMQ** del **AP.**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
1	*Sabal mexicana*	Apachite	10	9.90	5	17.24	34.19	2.39	29.53
2	*Coccoloba barbadensis*	Roble de la Costa	3	2.97	3	10.34	49.61	3.46	16.78
3	*Ebenopsis ebano*	Ébano	1	0.99	2	6.90	11.95	0.83	8.72
4	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	1	0.99	2	6.90	6.16	0.43	8.32
5	*Piscidia piscipula*	Barbasco	2	1.98	2	6.90	32.31	2.26	11.13
6	*Tabebuia rosea*	Apamate	1	0.99	4	13.79	6.61	0.46	15.24
7	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	62	61.39	5	17.24	954.94	66.67	145.30
8	*Bursera simaruba*	Palo mulato	19	18.81	3	10.34	300.64	20.99	50.15
9	*Sapindus saponaria*	Chambimbe	2	1.98	3	10.34	35.92	2.51	14.83
		Suma	**101**	**100.00**	**29**	**100.00**	**1,432.31**	**100.00**	**300.00**

Estrato arbustivo

El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) para el estrato arbustivo reveló que *Malvaviscus arboreus* fue la especie dominante en el sitio **SAR**, con un IVI de 57.62. Por su parte, *Adelia barbinervis* presentó los mayores valores en los sitios **AI** y **AP**, con IVI de 50.51 y 56.25, respectivamente. La elevada representación de estas especies en sus respectivos sitios sugiere una marcada capacidad de colonización y establecimiento bajo condiciones edáficas y microclimáticas variables. Su dominancia podría estar asociada a características ecológicas como una alta tolerancia a la perturbación, eficiencia en la dispersión y adaptabilidad a ambientes secundarios, lo que les permite mantener un alto valor ecológico en comunidades vegetales con diferentes grados de sucesión.

Tabla IV.19. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de **VSA/SMQ** del **SAR.**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
1	*Selenicereus spinulosus*	Pitayita Espinosa	1	0.33	1	2.63	0.05	0.02	2.98
2	*Pisonia aculeata*	Coma de Uña	11	3.63	2	5.26	9.68	3.57	12.47
3	*Bonellia macrocarpa*	Amole	14	4.62	3	7.89	11.97	4.42	16.94
4	*Bauhinia divaricata*	Calzoncillo	2	0.66	2	5.26	2.26	0.84	6.76
5	*Senna pendula*	Canuto	1	0.33	1	2.63	1.33	0.49	3.45
6	*Tabernaemontana alba*	Cojón de Gato	8	2.64	2	5.26	9.06	3.34	11.25
7	*Psychotria erythrocarpa*	Hierba del cargapalito	1	0.33	1	2.63	1.13	0.42	3.38
8	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	4	1.32	2	5.26	2.58	0.95	7.53
9	*Duranta erecta*	Coralillo	1	0.33	1	2.63	0.79	0.29	3.25
10	*Annona globiflora*	Anona	3	0.99	2	5.26	2.87	1.06	7.31
11	*Adelia barbinervis*	Espino Blanco	73	24.09	3	7.89	65.64	24.24	56.23
12	*Croton cortesianus*	Palillo	39	12.87	3	7.89	35.15	12.98	33.75
13	*Abutilon trisulcatum*	Pelotazo	3	0.99	2	5.26	1.13	0.42	6.67
14	*Malvaviscus arboreus*	Altea	75	24.75	3	7.89	67.61	24.97	57.62
15	*Triumfetta semitriloba*	Mozote	1	0.33	1	2.63	0.64	0.23	3.20
16	*Eugenia capuli*	Capulín de Mayo	37	12.21	3	7.89	36.45	13.46	33.57
17	*Piper auritum*	Hierba santa	1	0.33	1	2.63	0.64	0.23	3.20
18	*Trophis racemosa*	Ramón Colorado	1	0.33	1	2.63	0.64	0.23	3.20
19	*Sageretia elegans*	Espuela de Gallo	1	0.33	1	2.63	0.64	0.23	3.20
20	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	26	8.58	3	7.89	20.53	7.58	24.06
		Suma	**303**	**100.00**	**38**	**100.00**	**270.76**	**100.00**	**300.00**

Tabla IV.20. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de **VSA/SMQ** del **AI.**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
1	*Carica papaya*	Papaya	2	0.67	2	5.26	1.59	0.62	6.56
2	*Selenicereus spinulosus*	Pitayita Espinosa	7	2.34	3	7.89	0.28	0.11	10.34
3	*Pisonia aculeata*	Coma de Uña	9	3.01	2	5.26	5.53	2.18	10.45
4	*Bonellia macrocarpa*	Amole	23	7.69	3	7.89	21.23	8.36	23.94
5	*Senna pendula*	Canuto	2	0.67	2	5.26	1.14	0.45	6.38
6	*Tabernaemontana alba*	Cojón de Gato	15	5.02	3	7.89	11.68	4.60	17.51
7	*Psychotria erythrocarpa*	Hierba del cargapalito	1	0.33	1	2.63	1.33	0.52	3.49
8	*Annona globiflora*	Anona	2	0.67	2	5.26	1.96	0.77	6.70
9	*Adelia barbinervis*	Espino Blanco	62	20.74	3	7.89	55.58	21.88	50.51
10	*Croton cortesianus*	Palillo	33	11.04	3	7.89	28.92	11.38	30.31
11	*Abutilon trisulcatum*	Pelotazo	2	0.67	1	2.63	0.65	0.26	3.56
12	*Malvaviscus arboreus*	Altea	64	21.40	3	7.89	53.79	21.17	50.47

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
13	*Triumfetta semitriloba*	Mozote	3	1.00	3	7.89	2.90	1.14	10.04
14	*Eugenia capuli*	Capulín de Mayo	39	13.04	3	7.89	36.84	14.50	35.44
15	*Piper auritum*	Hierba santa	1	0.33	1	2.63	1.13	0.45	3.41
16	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	34	11.37	3	7.89	29.55	11.63	30.89
		Suma	**299**	**100.00**	**38**	**100.00**	**254.09**	**100.00**	**300.00**

Tabla IV.21. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de **VSA/SMQ** del **AP.**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
1	*Carica papaya*	Papaya	2	0.65	5	5.88	1.45	0.54	7.07
2	*Selenicereus spinulosus*	Pitayita Espinosa	3	0.97	6	7.06	0.04	0.02	8.05
3	*Pisonia aculeata*	Coma de Uña	5	1.62	6	7.06	2.87	1.07	9.75
4	*Bonellia macrocarpa*	Amole	25	8.12	5	5.88	22.91	8.52	22.52
5	*Senna pendula*	Canuto	3	0.97	5	5.88	3.09	1.15	8.01
6	*Tabernaemontana alba*	Cojón de Gato	16	5.19	4	4.71	15.17	5.64	15.54
7	*Psychotria erythrocarpa*	Hierba del cargapalito	1	0.32	4	4.71	1.33	0.49	5.52
8	*Callicarpa acuminata*	Granadilla	4	1.30	4	4.71	3.50	1.30	7.31
9	*Annona globiflora*	Anona	1	0.32	4	4.71	1.13	0.42	5.45
10	*Adelia barbinervis*	Espino Blanco	74	24.03	6	7.06	67.67	25.17	56.25
11	*Croton cortesianus*	Palillo	30	9.74	5	5.88	27.05	10.06	25.68
12	*Abutilon trisulcatum*	Pelotazo	3	0.97	5	5.88	0.97	0.36	7.22
13	*Malvaviscus arboreus*	Altea	71	23.05	6	7.06	64.30	23.91	54.03
14	*Triumfetta semitriloba*	Mozote	6	1.95	6	7.06	5.71	2.12	11.13
15	*Eugenia capuli*	Capulín de Mayo	37	12.01	5	5.88	29.96	11.14	29.04
16	*Trophis racemosa*	Ramón Colorado	2	0.65	5	5.88	2.67	0.99	7.52
17	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	25	8.12	4	4.71	19.04	7.08	19.90
		Suma	**308**	**100.00**	**85**	**100.00**	**268.87**	**100.00**	**300.00**

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo, las especies con mayor valor de importancia fueron *Smilax bona-nox*, con un IVI de 47.23 en el sitio **SAR**, y *Rivina humilis*, con valores de 95.05 en el **AI** y 88.03 en el **AP**. Estos valores elevados en comparación con otras especies del mismo estrato se atribuyen a su amplia tolerancia ecológica y capacidad de colonización en ambientes perturbados. Ambas especies son características de vegetación secundaria derivada de selvas bajas caducifolias y subcaducifolias, así como de encinares y matorrales xerófilos (Rzedowski, 2006; CONABIO, 2010). Su dominancia es coherente con las condiciones actuales del sitio, donde se han registrado actividades antropogénicas como agricultura y desmonte, que generan espacios abiertos y favorecen el establecimiento de especies oportunistas con alta plasticidad ecológica.

Tabla IV.22. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de **VSA/SMQ** del **SAR.**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
1	*Calea urticifolia*	Hierba Amarga	1	1.85	1	3.57	0.23	2.03	7.45
2	*Melampodium microcephalum*	Ojo de Perico	1	1.85	1	3.57	0.09	0.76	6.18
3	*Heliotropium angiospermum*	Alacrancillo	5	9.26	2	7.14	0.76	6.72	23.13

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
4	*Rivina humilis*	Bajatripa	9	16.67	3	10.71	2.12	18.82	46.20
5	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo tropical	1	1.85	1	3.57	0.26	2.34	7.76
6	*Mansoa hymenaea*	Enredadera de ajo	1	1.85	1	3.57	0.05	0.40	5.82
7	*Salvia coccinea*	Mirto coral	1	1.85	1	3.57	0.49	4.34	9.77
8	*Lantana camara*	Cinco Negritos	1	1.85	1	3.57	0.13	1.11	6.54
9	*Priva lappulacea*	Cadillo de Bolsa	1	1.85	1	3.57	0.28	2.51	7.93
10	*Smilax bona-nox*	Zarzaparrilla	9	16.67	3	10.71	2.24	19.85	47.23
11	*Herissantia crispa*	Hierba del campo	3	5.56	2	7.14	0.70	6.19	18.89
12	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	3	5.56	1	3.57	0.35	3.10	12.22
13	*Megathyrsus maximus*	Camalote	4	7.41	2	7.14	0.87	7.74	22.29
14	*Serjania brachycarpa*	Enredadera	7	12.96	3	10.71	1.30	11.49	35.17
15	*Lygodium venustum*	Helecho	5	9.26	3	10.71	0.99	8.74	28.71
16	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada	2	3.70	2	7.14	0.43	3.85	14.70
		Suma	**54**	**100.00**	**28**	**100.00**	**11.28**	**100.00**	**300.00**

Tabla IV.23. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de **VSA/SMQ** del **AI.**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
1	*Rivina humilis*	Bajatripa	18	41.86	3	14.29	3.41	38.91	95.05
2	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo tropical	1	2.33	1	4.76	0.11	1.23	8.32
3	*Mansoa hymenaea*	Enredadera de ajo	5	11.63	3	14.29	0.97	11.09	37.00
4	*Salvia coccinea*	Mirto coral	1	2.33	1	4.76	0.13	1.51	8.60
5	*Priva lappulacea*	Cadillo de Bolsa	1	2.33	1	4.76	0.36	4.15	11.24
6	*Smilax bona-nox*	Zarzaparrilla	1	2.33	1	4.76	0.15	1.74	8.82
7	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	4	9.30	2	9.52	1.36	15.55	34.38
8	*Megathyrsus maximus*	Camalote	5	11.63	2	9.52	0.92	10.46	31.62
9	*Gouania lupuloides*	Bejuco Leñatero	2	4.65	2	9.52	0.28	3.23	17.41
10	*Serjania brachycarpa*	Enredadera	2	4.65	2	9.52	0.39	4.49	18.66
11	*Lygodium venustum*	Helecho	1	2.33	1	4.76	0.03	0.40	7.48
12	*Vitis tiliifolia*	Bejuco Blanco	2	4.65	2	9.52	0.63	7.25	21.43
		Suma	**43**	**100.00**	**21**	**100.00**	**8.75**	**100.00**	**300.00**

Tabla IV.24. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de **VSA/SMQ** del **AP.**

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
1	*Melampodium microcephalum*	Ojo de Perico	1	1.96	2	3.77	0.15	1.35	7.08
2	*Heliotropium angiospermum*	Alacrancillo	1	1.96	4	7.55	0.17	1.61	11.12
3	*Rivina humilis*	Bajatripa	19	37.25	4	7.55	4.67	43.23	88.03

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	AR%	Frecuencia	FR%	Dominancia (cobertura/sp m²)	DOR%	IVI% (0 a 300)
4	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo tropical	1	1.96	3	5.66	0.13	1.22	8.84
5	*Mansoa hymenaea*	Enredadera de ajo	2	3.92	3	5.66	0.47	4.33	13.92
6	*Lantana camara*	Cinco Negritos	2	3.92	2	3.77	0.28	2.58	10.28
7	*Priva lappulacea*	Cadillo de Bolsa	1	1.96	2	3.77	0.06	0.53	6.26
8	*Smilax bona-nox*	Zarzaparrilla	2	3.92	2	3.77	0.60	5.55	13.24
9	*Herissantia crispa*	Hierba del campo	1	1.96	3	5.66	0.09	0.84	8.46
10	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	4	7.84	5	9.43	1.04	9.66	26.94
11	*Megathyrsus maximus*	Camalote	4	7.84	4	7.55	0.81	7.52	22.91
12	*Gouania lupuloides*	Bejuco Leñatero	1	1.96	3	5.66	0.38	3.57	11.19
13	*Serjania brachycarpa*	Enredadera	3	5.88	4	7.55	0.16	1.51	14.94
14	*Lygodium venustum*	Helecho	4	7.84	4	7.55	1.02	9.47	24.86
15	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada	2	3.92	5	9.43	0.12	1.13	14.49
16	*Vitis tiliifolia*	Bejuco Blanco	3	5.88	3	5.66	0.64	5.90	17.44
		Suma	**51**	**100.00**	**53**	**100.00**	**10.79**	**100.00**	**300.00**

IV.5.3 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.5.3.1 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 30 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 del 25 de agosto al 03 de septiembre de 2024 y durante la temporada de secas, del 26 de noviembre al 1 de diciembre 2024.

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
- 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 **Apéndice IV-Anexo IV.4. 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 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 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.

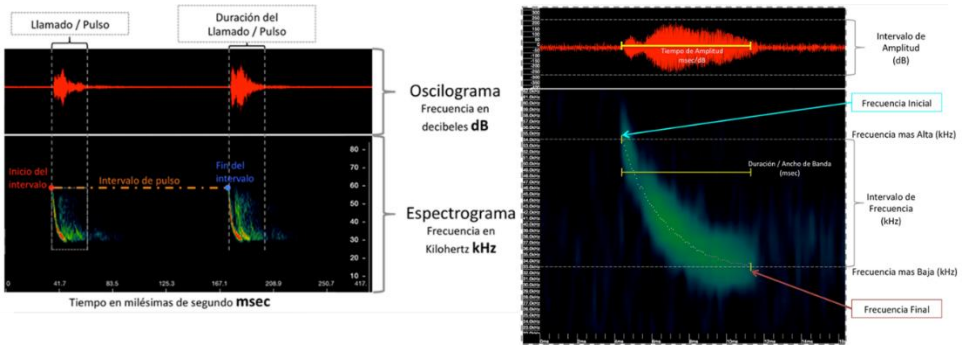
Mamíferos voladores (Quirópteros)

Para el muestreo de este grupo de mamíferos, se utilizaron dispositivos de grabación ultrasónica. Dichos equipos graban ultrasonidos en el espectro sónico completo (Full-spectrum), en tiempo real, virtualmente y sin lagunas entre grabaciones. Asimismo, son dispositivos de alta velocidad de grabación con micrófono externo.

Los muestreos se llevaron a cabo en las noches durante la campaña de muestreo, programando los equipos una vez instalados para que se activen dentro de los horarios de mayor actividad de murciélagos (entre el anochecer hasta la media noche). En este sentido, se colocaron estaciones de muestreo nocturno, cuya ubicación está en función del proyecto, áreas aledañas y sistema ambiental regional.

El análisis de cada grabación e identificación de las especies registradas por el detector se realiza con el software diseñado para este fin (en formato .wav), se analiza manualmente cada una de las posibilidades en sonogramas con presencia de pulsaciones o llamados de murciélagos para la determinación exacta de las especies, tomando en cuenta las medidas de los espectrogramas y los oscilogramas de las pulsaciones o llamados (Jung, Molinari, & Kalko, 2014; Parsons & Szewczak, 2009).

Figura IV.40. Medidas de los oscilogramas y espectrogramas de las pulsaciones o llamados de los murciélagos



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:

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

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.5.3.2 Resultados

Se hicieron 30 transectos para la búsqueda y registro de especies de fauna, 10 para el **SAR**, 10 para el **AI** y 10 para el **AP**. Las coordenadas de cada uno de los transectos se presentan en el **Apéndice IV, Anexo IV.4. BDD de Fauna.**

Tabla IV.25. Coordenadas de los transectos establecidos en el **SAR, AI y AP**.

Transecto	Zona	ID	Inicio		Final	
			X	Y	X	Y
Transecto 01	AP	T-01	622,897	2,397,380	623,164	2,397,520
Transecto 02	AP	T-02	623,624	2,397,870	623,663	2,397,580
Transecto 03	AP	T-03	623,400	2,398,020	623,112	2,397,930
Transecto 04	AP	T-04	623,319	2,397,190	623,018	2,397,190
Transecto 05	AP	T-05	622,875	2,396,960	622,577	2,396,930
Transecto 06	AP	T-06	622,256	2,397,380	622,488	2,397,200
Transecto 07	AP	T-07	622,438	2,397,730	622,738	2,397,730
Transecto 08	AP	T-08	622,167	2,397,220	621,888	2,397,330
Transecto 09	AP	T-09	620,178	2,398,450	620,408	2,398,260
Transecto 10	AP	T-10	619,221	2,398,600	619,521	2,398,610
Transecto 11	AI	T-11	623,949	2,397,360	623,865	2,397,650
Transecto 12	AI	T-12	623,442	2,398,250	623,213	2,398,440
Transecto 13	AI	T-13	623,884	2,397,150	623,818	2,396,860
Transecto 14	AI	T-14	622,976	2,396,690	623,053	2,396,400
Transecto 15	AI	T-15	622,230	2,397,900	622,251	2,398,190
Transecto 16	AI	T-16	622,144	2,396,700	622,117	2,396,400
Transecto 17	AI	T-17	622,046	2,397,090	621,769	2,396,980
Transecto 18	AI	T-18	622,127	2,397,370	621,837	2,397,450
Transecto 19	AI	T-19	620,736	2,397,970	620,959	2,397,760
Transecto 20	AI	T-20	618,815	2,398,630	618,517	2,398,610
Transecto 21	SAR	T-21	625,472	2,394,550	625,683	2,394,340
Transecto 22	SAR	T-22	624,091	2,395,320	624,328	2,395,140
Transecto 23	SAR	T-23	622,055	2,395,530	622,075	2,395,830
Transecto 24	SAR	T-24	620,766	2,395,610	621,041	2,395,490
Transecto 25	SAR	T-25	620,269	2,395,940	620,243	2,396,240
Transecto 26	SAR	T-26	618,951	2,396,460	619,146	2,396,680
Transecto 27	SAR	T-27	619,248	2,397,060	619,348	2,397,340
Transecto 28	SAR	T-28	620,717	2,399,170	620,907	2,399,400
Transecto 29	SAR	T-29	617,578	2,397,140	617,324	2,397,300
Transecto 30	SAR	T-30	621,434	2,400,720	621,496	2,401,010

Figura IV.41. Representación gráfica de la ubicación de los transectos dentro del **SAR**.

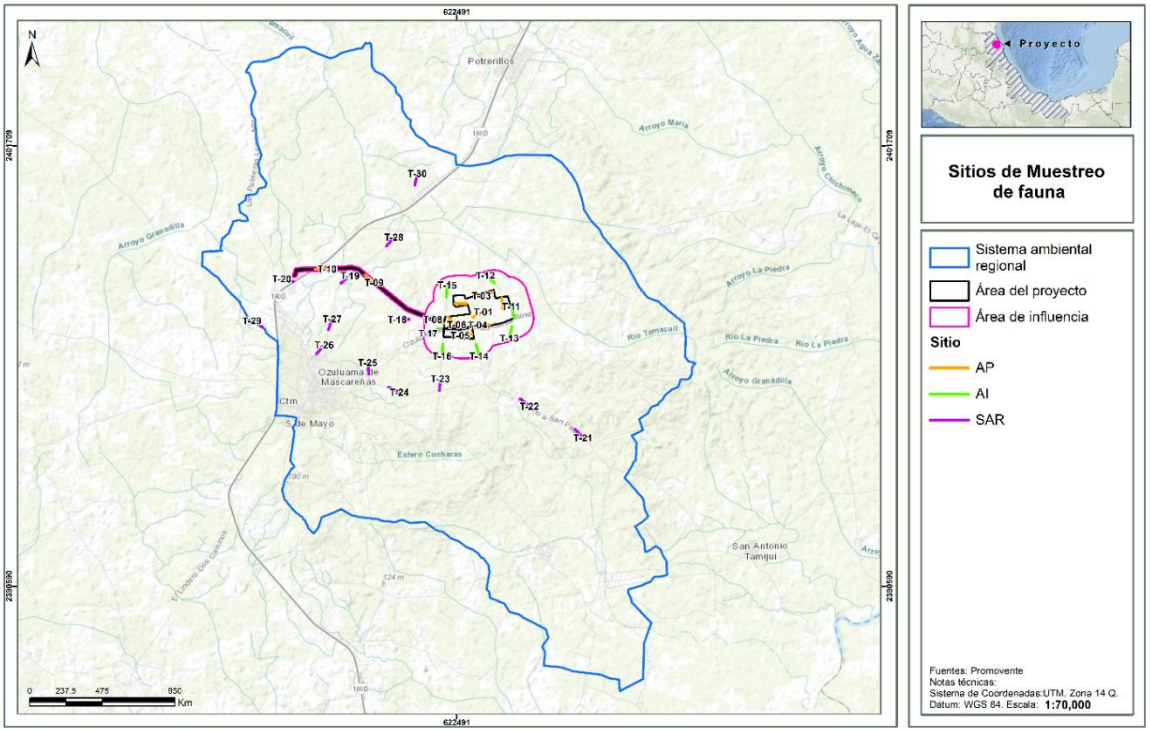
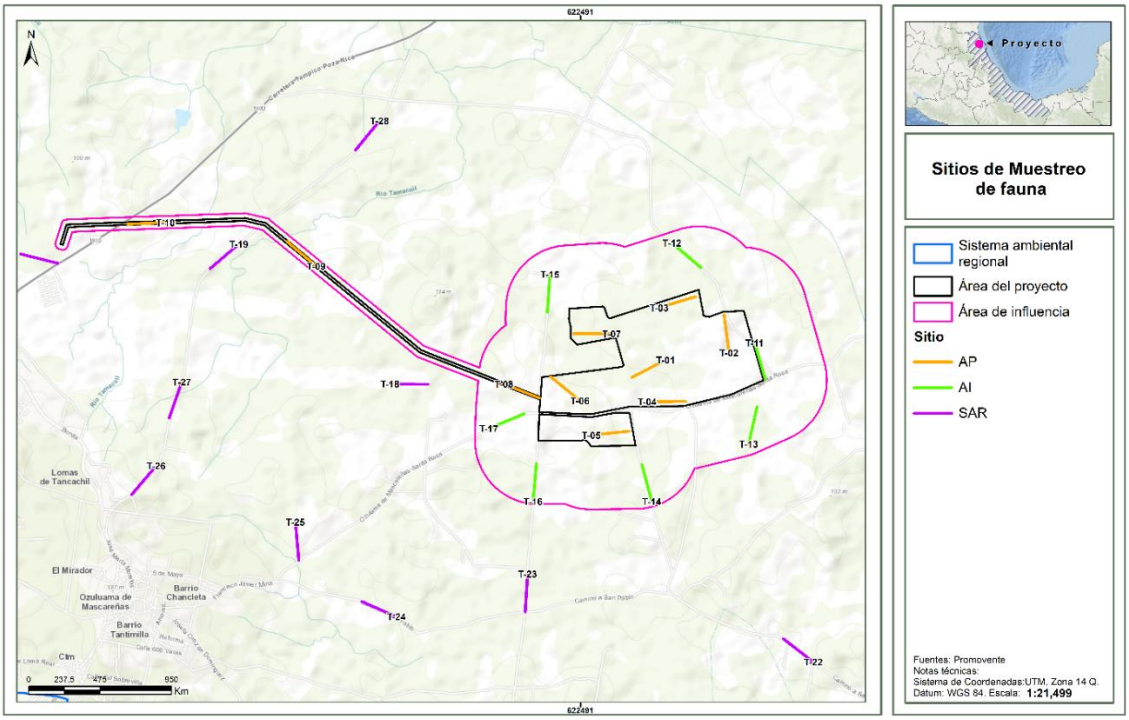


Figura IV.42. Representación gráfica de la ubicación de los transectos dentro del **AI** y **AP**.



En el **Apéndice IV, Anexo IV.5. Memoria fotográfica flora y fauna,** se presentan imágenes de los individuos de fauna registrados durante el muestreo.

IV.5.3.3 Análisis de diversidad

Riqueza

El trabajo de campo arrojó como resultado un total de 43 especies de fauna, distribuidas en 3 grupos faunísticos, teniendo que el grupo de las aves presento el mayor número de especies con 36 registros, seguido del grupo de los reptiles con 4 especies y finalmente, el grupo de los mamíferos con 3 especies.

Tabla IV.26. Número de especies registrado por grupo faunístico.

Grupo de Vertebrados	Número	Porcentaje
Reptiles	4	9.30%
Mamíferos terrestres	3	6.98%
Aves	36	83.72%
Total	**43**	**100.00%**

Riqueza de quirópteros

El grupo de los murciélagos reporto un total de 13 especies, de las cuales 8 se observaron en el **AP**, 9 en el **AI** y 11 en el **SAR**.

Tabla IV.27. Número de especies registrado para quirópteros.

Especie	AP	AI	SAR
Murciélagos	8	9	11

Por otra parte, del total de especies registradas, dentro del **SAR** se registraron 42 especies, el **AI** 32 especies y en el **AP** 17 especies. A continuación, se presenta el listado de especies reportadas para el **SAR**, **AI** y **AP**.

Tabla IV.28. Listado de especies registradas por grupo faunístico y área muestreada.

Clase	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Registro	Zona de registro		
								AP	AI	SAR
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris	SC	Visual			X
			Rupornis	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	SC	Visual		X	X
	Anseriformes	Anatidae	Dendrocygna	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	SC	Visual		X	
	Apodiformes	Trochilidae	Amazilia	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	SC	Visual			X
	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	SC	Visual	X	X	X
			Coragyps	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	SC	Visual	X	X	X
	Charadriiformes	Recurvirostridae	Himantopus	*Himantopus mexicanus*	Monjita	SC	Visual		X	
	Columbiformes	Columbidae	Columbina	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	SC	Auditivo		X	X
							Visual	X	X	X
			Zenaida	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	SC	Auditivo		X	X
							Visual	X	X	X
	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	SC	Auditivo		X	
							Visual	X		X
	Falconiformes	Falconidae	Caracara	*Caracara plancus*	Caracara Quebrantahuesos	SC	Visual			X
			Falco	*Falco sparverius*	Cernícalo	SC	Visual	X	X	X
	Galliformes	Cracidae	Ortalis	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	SC	Visual			X
	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	*Cyanocorax morio*	Piapia	SC	Visual			X
		Fringillidae	Euphonia	*Euphonia affinis*	Eufonia Garganta Negra	SC	Visual		X	X
		Icteridae	Icterus	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	SC	Auditivo			X
							Visual		X	X
			Molothrus	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	SC	Visual			X
			Quiscalus	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	SC	Visual	X		
		Mimidae	Mimus	*Mimus polyglottos*	Centzontle	SC	Auditivo			X
							Visual	X	X	X
		Parulidae	Cardellina	*Cardellina pusilla*	Chipe Corona Negra	SC	Visual			X
			Leiothlypis	*Leiothlypis celata*	Chipe Oliváceo	SC	Visual		X	X
			Setophag	*Setophaga virens*	Chipe Dorso Verde	SC	Visual		X	X
			Setophaga	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo	SC	Visual		X	X
		Polioptilidae	Polioptila	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís	SC	Auditivo			X
							Visual	X	X	X

Clase	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Registro	Zona de registro		
								AP	AI	SAR
		Turdidae	Turdus	*Turdus grayi*	Mirlo Café	SC	Visual			X
		Tyrannidae	Myiozetetes	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	SC	Visual	X	X	X
			Pitangus	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	SC	Visual	X		X
			Pyrocephalus	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	SC	Auditivo		X	X
							Visual	X	X	X
			Tyrannus	*Tyrannus forficatus*	Tirano Tijereta	SC	Visual			X
				Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	SC	Auditivo			X
							Visual	X	X	X
	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	*Ardea herodias*	Garza Morena	SC	Visual		X	
				Ardea ibis	Garza Ganadera Occidental	SC	Visual	X	X	
			Egretta	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados	SC	Visual	X	X	
		Threskiornithidae	Eudocimus	*Eudocimus albus*	Ibis Blanco	SC	Visual	X		X
	Piciformes	Picidae	Melanerpes	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	SC	Auditivo		X	X
							Visual			X
	Suliformes	Phalacrocoracidae	Nannopterum	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán	SC	Visual		X	X
Mammalia	Carnivora	Canidae	Urocyon	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	SC	Excreta		X	X
		Mephitidae	Conepatus	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo De Espalda Blanca	SC	Rastro			X
	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	*Sciurus aureogaster*	Ardilla Vientre Rojo	SC	Visual		X	X
Reptilia	Squamata	Colubridae	Drymarchon	*Drymarchon melanurus*	Víbora Negra	SC	Visual		X	
		Iguanidae	Ctenosaura	*Ctenosaura acanthura*	Iguana De Cola Espinosa	Pr	Visual		X	X
			Iguana	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	Visual	X		
		Phrynosomatidae	Sceloporus	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Espinosa	SC	Visual		X	

SC: sin clasificación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr: Protección especial.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las 43 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.29. Lista de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clase	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Registro		
						AP	AI	SAR
Reptilia	Iguanidae	*Ctenosaura*	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de cola espinosa	Pr		X	X
		Iguana	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	X		

De las especies bajo protección, 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 2 especies registradas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, solo 1 se encontró dentro del **AP**, estas se observaron de manera directa en los transectos establecidos.

Ahora bien, las especies más sensibles al desarrollo de actividades dentro de la zona, 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 258 individuos, seguido de los reptiles con 7 individuos, finalmente, los mamíferos con 5 registros, estos datos suman los registros obtenidos en todas las áreas que conforman el Proyecto.

Tabla IV.30. Abundancia de especies por grupo faunístico.

	Abundancia			Total
	AP	AI	SAR	
Aves	54	89	115	258
Mamíferos	0	2	3	5
Reptiles	1	4	2	7
Total	**55**	**95**	**120**	**270**

Abundancia quirópteros

Ahora bien, para el grupo de los quirópteros o murciélagos, se reportó una abundancia 330 individuos, de los cuales 57 se registraron en el AP, 99 en el AI y 174 en el SAR. La lista de las especies identificadas, se encuentra dentro **del Anexo IV.4 BD Fauna PF Chabacanes**.

Tabla IV.31. Abundancia de especies de quirópteros.

	Proyecto	AI	SAR
Murciélagos	57	99	174

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 de 2.84, 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.32. 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	2.34 (2.17-2.51)	0.82 (0.76-0.88)	2.85 (2.72-2.99)	0.84 (0.80-0.88)	2.95 (2.79-3.11)	0.83 (0.79-0.88)
Aves	2.29 (2.12-2.46)	0.82 (0.76-0.88)	2.69 (2.54-2.83)	0.84 (0.80-0.89)	2.84 (2.67-3.01)	0.83 (0.78-0.88)
Mamíferos	0	0	0.69 (0.34-1)	1 (0.5-1)	1.09 (0.54-1.64)	1 (0.5-1)
Herpetofauna	0	0	1.04 (0.51-1.56)	0.94 (0.44-1)	0	0

Valores de diversidad para el grupo de los quirópteros

De manera particular, el grupo de los murciélagos, presento una diversidad baja, pues los índices oscilan entre 1.44 y 2.02, mientras que la equitatividad también se considera baja, ya que los índices van de 0.69 a 0.83

Tabla IV.33. Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR para el grupo de quirópteros.

	AP		AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
Murciélagos	1.44 (1.20-1.67)	0.69 (0.57-0.80)	1.59 (1.42-1.77)	0.72 (0.64-0.80)	2.02 (1.93-2.12)	0.83 (0.79-0.86)

Curvas de acumulación

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**.

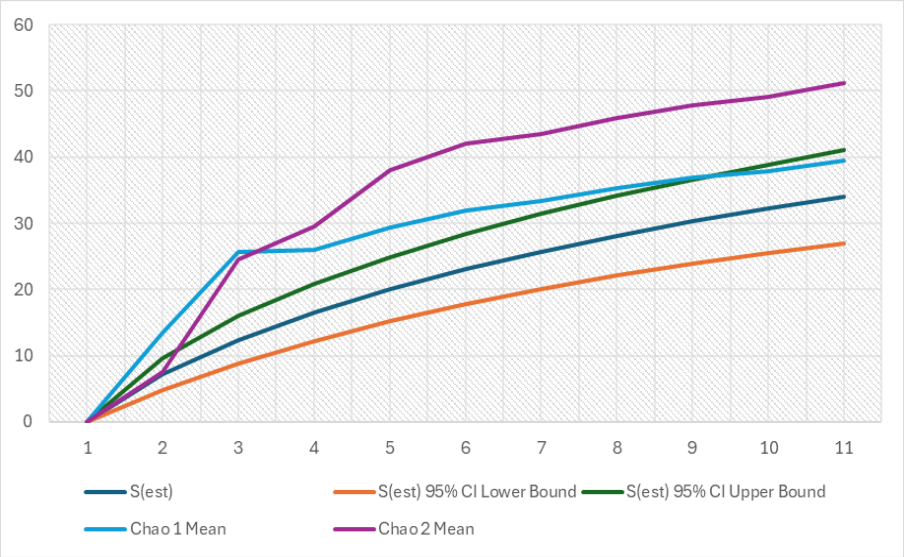


Figura IV.44. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del **AI**

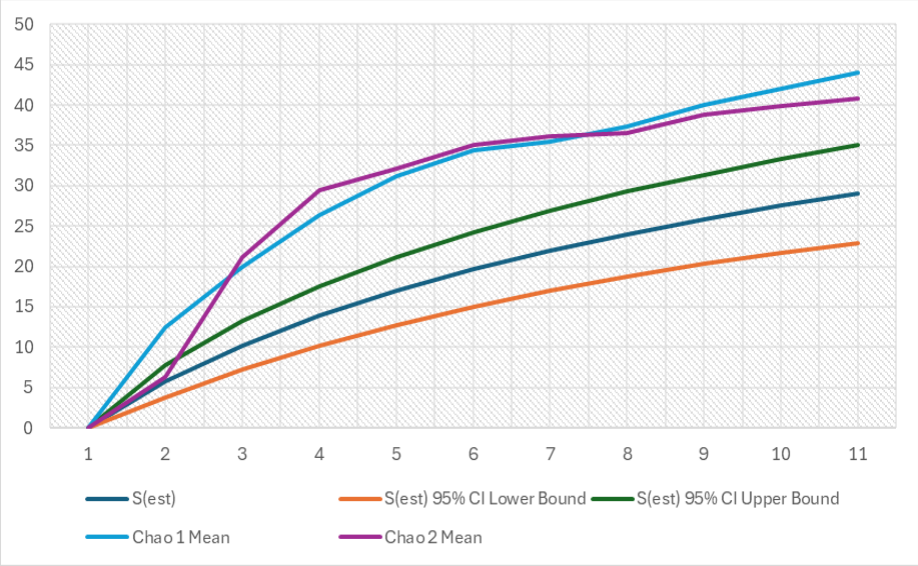
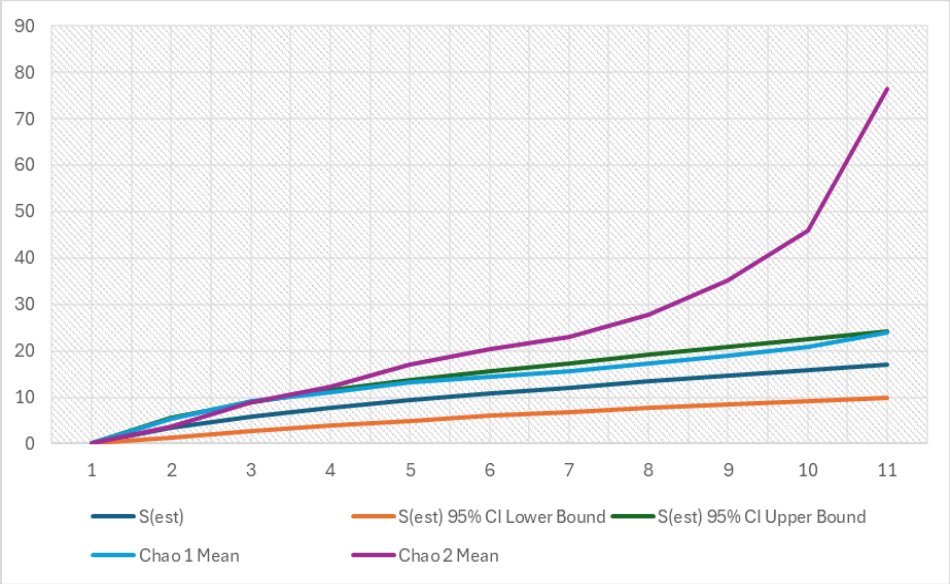


Figura IV.45. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del **AP**.



Conclusiones

La caracterización de la fauna en el **AP**, **AI** y **SAR**, se realizó mediante el recorrido de 30 transectos distribuidos en las tres zonas a caracterizar. Los resultados obtenidos permitieron corroborar la presencia de 43 especies de fauna, distribuidas en 3 grupos faunísticos: aves, mamíferos terrestres y reptiles y 13 especies de mamíferos voladores, pertenecientes al grupo de los quirópteros.

De manera general, en el **SAR** se observó el mayor número de especies para los 3 grupos incluyendo los quirópteros. 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 **SAR** y **AI**, que las reportadas en la zona del **AP**, esto como consecuencia de un incremento en la correspondiente riqueza especifica. No obstante, considerando que la fauna tiende a desplazarse de manera relativamente fácil, 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.6 Ecosistemas

IV.6.1 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:

- 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.6.1.1 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.34. 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.6.2 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.

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.6.2.1 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.

Temperatura y precipitación

La temperatura media anual es alrededor de 31.1°C, la temperatura máxima promedio es de 41°C y la temperatura mínima promedio es de 15.8°C y se presenta en el mes de enero.

La precipitación media estatal es de 307.2 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:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

$$Vm = (A)\ (C)\ (Pm)$$

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:

$$Ce = K\ (P - 250\ /2000) + (K - 0.15\ /\ 1.5)\ para\ K > 0.15$$

$$Ce = K\ (P - 250\ /2000)\ para\ K \leq 0.15$$

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.35. 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

Orden	Textura		Clasificación WRB		
	G	M	F	Nombre	Símbolo
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.36. 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

Tabla IV.37. 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
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:

Figura IV.46. Balance hidrológico según el tipo de cubierta vegetal (%).

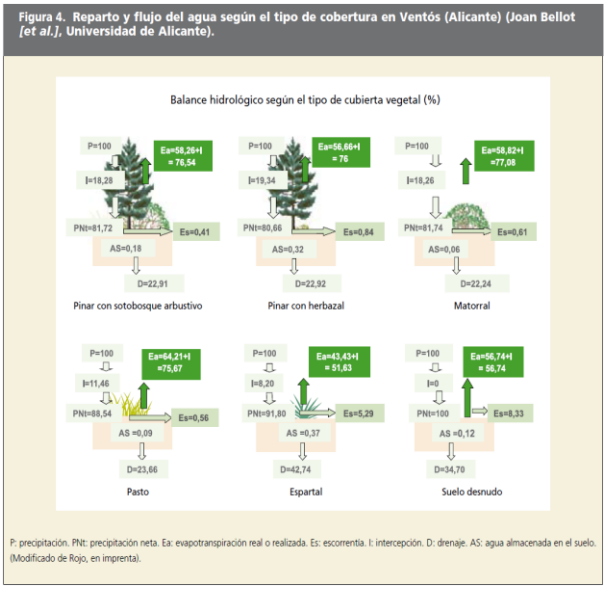


Tabla IV.38. Evapotranspiración según cubierta vegetal.

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 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.6.2.2 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 81% se pierde en evapotranspiración, el 7% se escurre y el 12% se infiltra, porcentaje que equivale a 4,045,525.81 m³/año; mientras que, en el **AI** del 100% de la precipitación, el 81% se evapora, el 7% se escurre y el 12% se infiltra, este último equivale a 192,828.79 m³/año; finalmente, en el **AP** en condiciones actuales, del total precipitado, 81% se evapora, 7% se escurre y 12% se infiltra, infiltración que equivale a 49,490.52 m³/año.

Tabla IV.39. 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	33,877,576.48	100%
Evotranspiración (Et)	27,531,441.33	81%
Escurrimiento (Es)	2,300,609.34	7%
Infiltración (I) SAR	4,045,525.81	12%
BH SAR	0.00	0%
Balance hidrológico de AI		
Variable	**Volumen en m³**	**%**
Precipitación AI	1,587,365.60	100%
Evotranspiración (Et)	1,290,011.49	81%
Escurrimiento (Es)	104,525.32	7%

Infiltración (I) AI	192,828.79	12%
BH AI	0.00	0%
Balance hidrológico del AP en condiciones actuales		
Variable	**Volumen en m³**	**%**
Precipitación AP	412,156.10	100%
Evotranspiración (Et)	334,948.73	81%
Escurrimiento (Es)	27,716.84	7%
Infiltración (I) AP	49,490.52	12%
BH AP	0.00	0%

Mientras que, una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el **AP**, la evaporación será del 81% (334,948.73 m³/año), el escurrimiento será del 9% (36,393.38 m³/año) y la infiltración será del 10% (40,813.98 m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 8,676.54 m³/año, lo que representa el 17.53% del total que se infiltra en condiciones actuales en el **AP (**área por afectar**)**; mientras que en el **AI** esta disminución representa el 4.71% y en el **SAR** únicamente el 0.21%.

Tabla IV.40. 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	412,156.10		100%
Evotranspiración (Et)	334,948.73		81%
Escurrimiento (Es)	36,393.38		9%
Infiltración (I) remover vegetación AP	40,813.98		10%
BH remover vegetación AP	0.00		0%
Disminución de la infiltración			
Concepto	**Volumen en m³**	**Volumen en m³**	**%**
Infiltración (I) SAR	4,045,525.81	4,036,849.27	0.21%
Infiltración (I) AI	192,828.79	184,152.25	4.71%
Infiltración (I) AP	49,490.52	8,676.54	17.53%
Infiltración (I) remover vegetación AP	40,813.98		

IV.6.3 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.6.3.1 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.41. 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
Vegetación acuática y subacuática	223	59	0	282

Tabla IV.42. 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.

$$Fotosíntesis: n(CO2) + n(H2O) + luz \rightarrow (CH2O)n+nO2$$

$$Respiración: (CH2O)n + nO2 \rightarrow n(CO2) + n(H2O) + energía$$

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.6.3.2 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 403,295.24 ton/año, en el **AI** es de 4,976.00 ton/año, mientras que en el **AP** corresponde a 110.84 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 110.84 ton/año; lo cual a nivel del **SAR** representa el 0.03% y en el **AI** corresponde al 2.2 %; con esta disminución la cifra de CO_2 captado en la totalidad del **SAR** pasará a 403,184.40 ton/año, en el **AI** será de 4,867.15 ton/año y en el AP será 0.

Tabla IV.43. Resultados de la estimación de captura de carbono.

Concepto	Condiciones actuales (ton/año)	AI remover vegetación (ton)	Porcentaje de disminución
CO2 capturado en el SAR	403,295.24	403,184.40	0.03%
CO2 capturado en el AI	4,978.00	4,867.15	2.2%
CO2 capturado en el AP	110.84	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 1,075,453.98 ton/año, en el **AI** es de 13,274.65 ton/año y en el **AP** corresponde a 295.57 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 295.57 ton/año; lo cual a nivel del **SAR** representa el 0.03% y en el **AI** corresponde 2.2%; con esta disminución la cifra de oxígeno generado en la totalidad del **SAR** pasará a 1,075,158.41 ton/año, y en el **AI** será de 12,979.08 ton/año, mientras que para el **AP** será 0.

Tabla IV.44. Resultados de la estimación de generación de oxígeno.

Concepto	Condiciones actuales (ton)	AI remover vegetación (ton)	Porcentaje de disminución
Generación de O2 en el SAR	1,075,453.98	1,075,158.41	0.03%
Generación de O2 en el AI	13,274.65	12,979.08	2.2%

Concepto	Condiciones actuales (ton)	Al remover vegetación (ton)	Porcentaje de disminución
Generación de O2 en el AP	295.57	0.00	100.00%
Generación de O2 en el AP al remover la vegetación	0.00	0	100.00%

IV.6.4 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 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.6.4.1 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.

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).

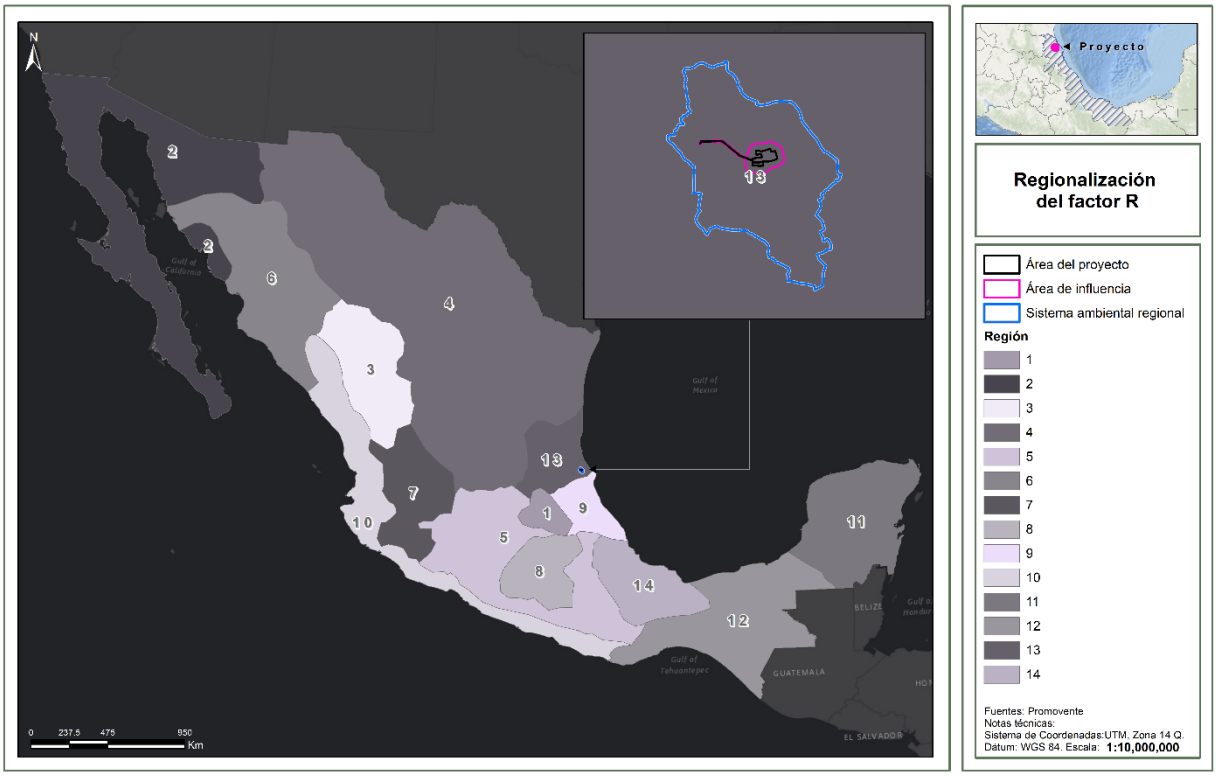


Tabla IV.45. Ecuaciones regionalizadas para la República Mexicana (Becerra, 1997)

Región	Ecuación
1	$1.2078*P+0.002276*P^2$

Región	Ecuación
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	$6.8938*P+0.000442*P^2$
11	$3.7745*P+0.004540*P^2$
12	$2.4619*P+0.006067*P^2$
13	$\mathbf{10.7427*P-0.001008*P^2}$
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.46. 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

Orden	Textura			Clasificación WRB	
	G	M	F	Nombre	Símbolo
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).

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:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

$$\beta = \frac{\left(\frac{sen\left(\frac{\theta * \pi}{180}\right)}{0.0896}\right)}{3.0\left(\frac{\theta * \pi}{180}^{0.8}\right) + 0.56}$$

Se sustituye en la fórmula de m:

$$m = \left(\frac{\beta}{1+\beta}\right)$$

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.47. 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

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
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
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.48. 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.49. 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

IV.6.4.2 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:

$$Erosión\ eólica = IAVE * CATEX * CAUSO$$

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:

$$\boldsymbol{PECRE = 0.2408\ (Precipitación) - 0.0000372\ (Precipitación)^2 - 33.1019}$$

Con el periodo de crecimiento, se calculó el “índice de agresividad del viento” (**IAVIE**), mediante la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{IAVIE = 160.8252 - 0.7660\ (PECRE)}$$

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.50. 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.51. 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.52. 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

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 3.92 ton/ha/año, mientras que en el **AI** es de 1.24 ton/ha/año, finalmente, en el área por afectar del **AP** la tasa de erosión obtenida es de 0.92 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 43,305.33 ton/año en el **SAR**, en el **AI** es de 639.22 ton/año y en el área por afectar del **AP** es de 123.21 ton/año.

Mientras que, en un escenario en que ya se hubiera implementado el **Proyecto**, la erosión hídrica se incrementa, pasando de 0.92 ton/ha/año a 25.02 ton/ha/año, lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie pasa de 123.21 ton/año a 3,359.57 ton/año, con un incremento de 3,236.36 ton/año, manteniéndose en una clasificación baja; este incremento a nivel del **SAR** representa el 6.95% y en el **AI** es del 83.51%, mientras que para el **AP** representa 27 veces.

Tabla IV.53. 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)	3.92	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año)	43,305.33	
AI	Tasa de erosión (ton/ha/año)	1.24	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año)	639.22	
AP	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	0.92	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	123.21	
	Tasa de erosión (ton/ha/año) remover vegetación	25.02	Ligera
	Pérdida de suelo (ton/año) remover vegetación	3,359.57	

Tabla IV.54. 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	43,305.33	46,541.70	6.95%
Pérdida de suelo (ton/año) AI	639.22	3,875.58	83.51%
Pérdida de suelo (ton/año) AP actual	123.21	3,236.36	27
Pérdida de suelo (ton/año) AP remover vegetación	3,359.57		

Erosión eólica

En relación con la erosión eólica, y conforme se muestra en la tabla siguiente, la tasa estimada en el SAR es de 2.18 toneladas por hectárea por año (ton/ha/año), en el AI es de 2.08 ton/ha/año, y en el área por afectar del Área del Proyecto es de 2.03 ton/ha/año. Todas estas tasas se clasifican dentro del rango de **“sin erosión”**, ya que se encuentran significativamente por debajo del umbral de 12 ton/ha/año, establecido como límite para considerar la presencia de erosión.

Al extrapolar estas tasas a las superficies correspondientes, se estimó que la pérdida actual de suelo por erosión eólica asciende a 24,064.31 toneladas anuales en el SAR, 1,076.32 ton/año en el AI, y 273.10 ton/año en el área por afectar del AP.

Tabla IV.55. Resumen de resultados de la estimación de erosión eólica actual en las tres áreas del proyecto**.**

Área del proyecto	Erosión eólica SAR	Valor	Clasificación
SAR	Tasa de erosión (ton/ha/año)	2.18	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año)	24,064.31	
AI	Tasa de erosión (ton/ha/año)	2.08	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año)	1,076.32	
AP	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	2.03	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	273.10	
	Tasa de erosión (ton/ha/año) remover vegetación	6.52	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año) remover vegetación	875.63	

En un escenario con el Proyecto ya implementado, la tasa de erosión eólica aumenta de 2.03 a 6.52 toneladas por hectárea por año (ton/ha/año), lo que representa un incremento de aproximadamente tres veces en la pérdida de suelo, pasando de 273.10 a 875.63 toneladas anuales, es decir, un aumento absoluto de 602.52 ton/año. Este incremento representa el 2.44% a nivel del Sitio **SAR**, el 35.89% en el Área de Influencia (AI), y una variación equivalente a tres veces en el Área del Proyecto (AP).

Tabla IV.56. 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	24,064.31	24,666.83	2.44%
Pérdida de suelo (ton/año) AI	1,076.32	1,678.84	35.89%
Pérdida de suelo (ton/año) AP actual	273.10	602.52	3 veces
Pérdida de suelo (ton/año) AP remover vegetación	875.63		

No obstante, a pesar del incremento cuantitativo, la clasificación cualitativa de la erosión se mantiene en el rango de **baja severidad**, lo que indica que el fenómeno, aunque presente, **no compromete de manera significativa la estabilidad del suelo ni la funcionalidad ecosistémica del área**. Este resultado sugiere que, si bien se genera un impacto derivado de las actividades del Proyecto, **el mismo se encuentra dentro de parámetros aceptables desde el punto de vista ambiental**, especialmente si se implementan medidas de manejo y control de erosión adecuadas.

IV.6.4.3 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.

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.

En el Apéndice IV- **Anexo.IV.6. 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.7 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 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).
- 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.

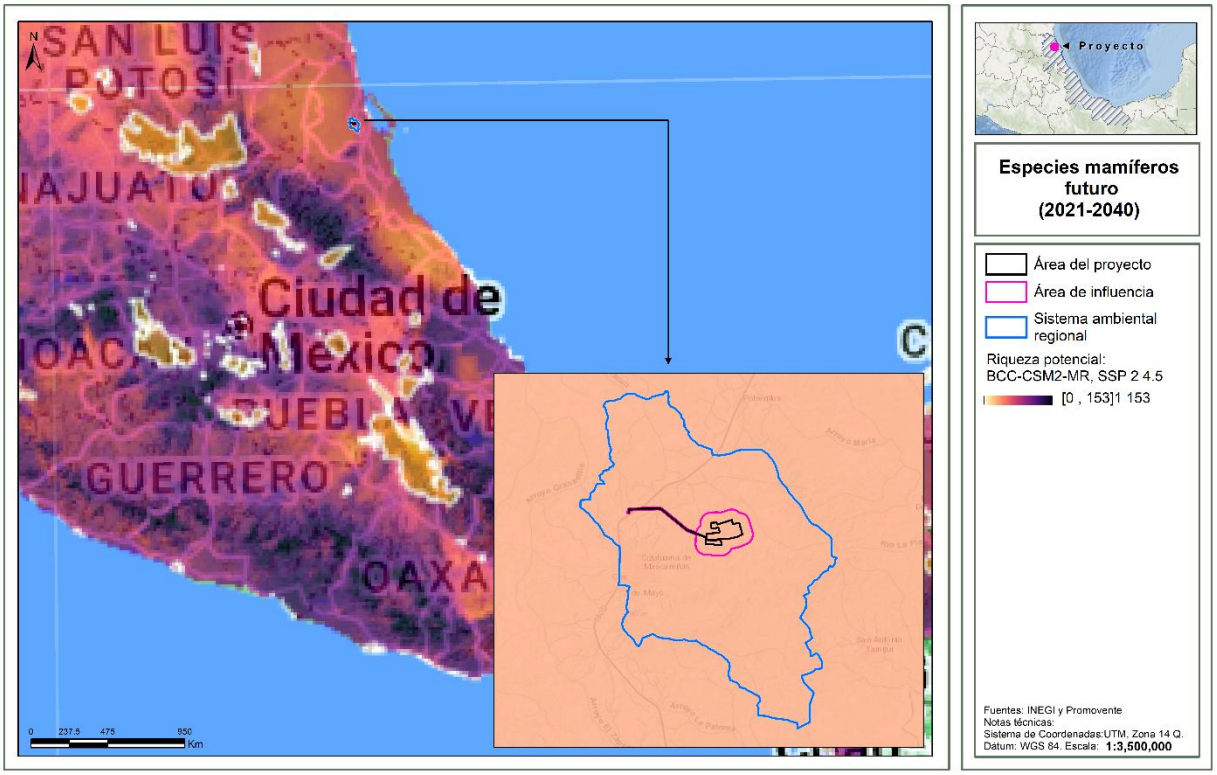
Dada la incertidumbre sobre la dimensión de los posibles efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, la necesidad de alcanzar una mayor comprensión sobre la dinámica de las especies y sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas en medio de un entorno climático cambiante resulta ser 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).

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.

Figura IV.48. Cambio en la distribución potencial de mamíferos terrestres en el **SAR, AI y AP**.



IV.7.1 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

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.

IV.7.2 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[3]. 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).

IV.8 Medio socioeconómico.

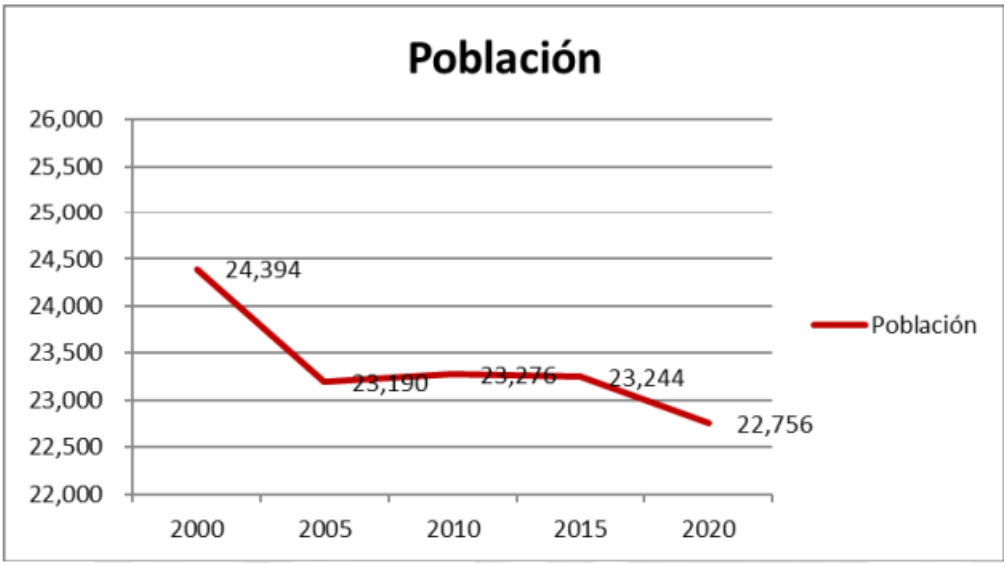
En este apartado se presenta la descripción y análisis del medio socioeconómico de la zona en donde se ubican el **SAR**, **AI** y **AP**. Para ello, se consideraron las principales actividades económicas que se desarrollan en el municipio donde incide directamente el **AI** y **AP**, el cual corresponde a **Ozuluama de Mascareñas, en el estado de Veracruz**, 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.8.1 Contexto municipal

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI (2020), la población total del municipio de Ozuluama de Mascareñas es de 22,756 habitantes. En lo que respecta a la evolución demográfica, la siguiente gráfica muestra las relaciones de crecimiento y grado de variación de la población de 1995 a 2020.

[3] [animal, vegetal] Que se adapta a medios ecológicos muy diferentes.

Figura IV.49. Evolución de la población durante el periodo 1995-2020.

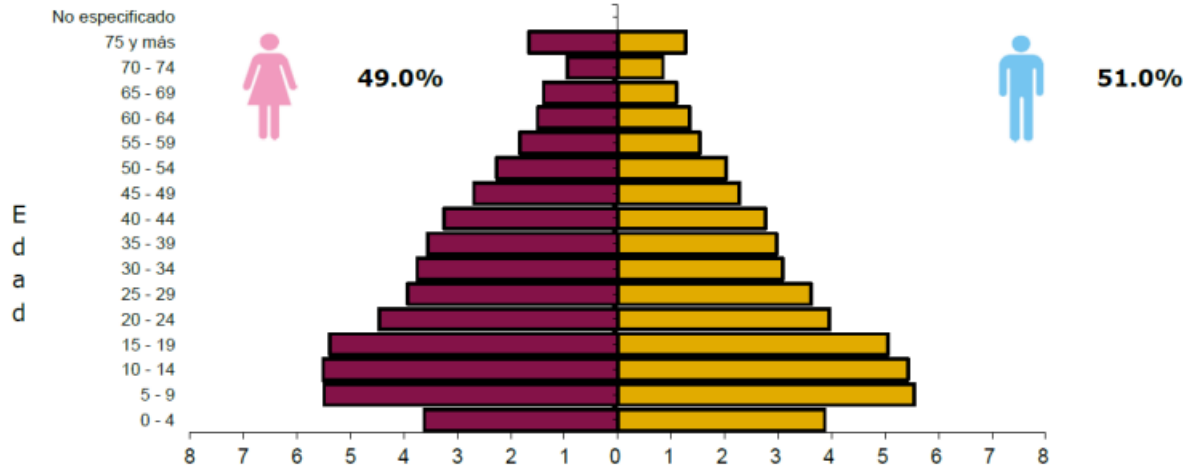


En la gráfica se observa una importante y progresiva tendencia decreciente para el periodo 1995-2020, presentándose destacados incrementos en los periodos 2005-2015. Sin embargo, es posible identificar que, durante el último lustro, la población del municipio ha tenido una disminución relativamente baja.

Dinámica demográfica

De acuerdo con los datos de Censo de Población y vivienda del INEGI (2020), la población total del municipio de Ozuluama de Mascareñas se distribuye de la siguiente manera: el 49% son hombres y el 51% son mujeres. La siguiente gráfica muestra la distribución de la población por grupos quinquenales y sexo. En ella se observa que la mayoría de la población se concentra entre los rangos de edad entre 0 y 29 años y que, dentro de estos rangos, hay una ligera mayoría conformada por las mujeres. Este dato refleja categóricamente la necesidad de crear políticas públicas pensadas para dotar a los jóvenes de sus necesidades primarias como el empleo, fomento a la educación, espacios deportivos, culturales y recreativos. La perspectiva hacia el futuro representa un fuerte compromiso ya que el futuro de este sector de la población depende en gran medida de las condiciones de desarrollo que puedan gestarse a partir de esta administración, con una visión estratégica y comprometida, que pueda continuar en las administraciones posteriores.

Figura IV.50. Población por grupos quinquenales



Población indígena

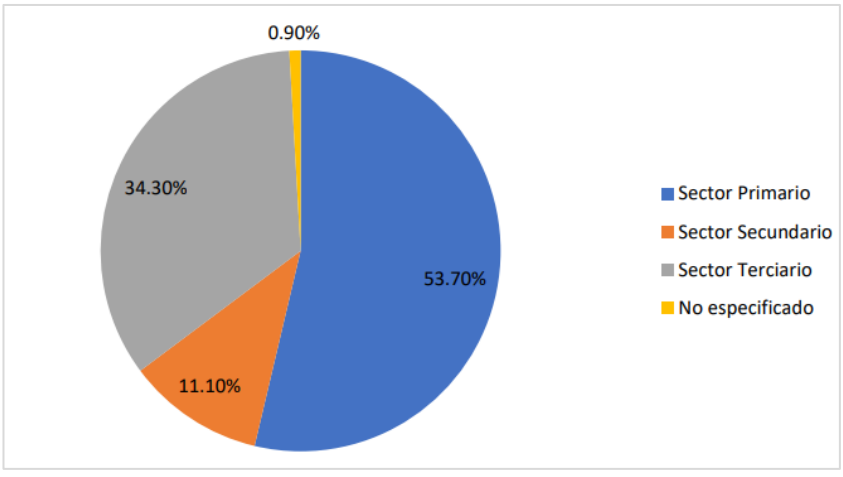
En relación a la población indígena, datos del Censo 2020 de INEGI revelan que en todo el territorio municipal, existen 269 habitantes mayores de tres años de habla indígena, distribuyéndose esta población en 142 hombres y 127 mujeres. Del total de hablantes de lenguas indígenas se tiene que 97% de ellos hablan español.

Población económicamente activa

Al finalizar el año 2020, el municipio de Ozuluama de Mascareñas contaba con una población mayor de 12 años de 18,573 personas.

Dentro de la población económicamente activa se tiene que 11,301 personas se encuentran ocupadas y 69 están desocupadas. Para comprender mejor la composición de la población económicamente activa, la siguiente gráfica muestra la distribución de la población ocupada, por cada uno de los sectores de actividad económica:

Figura IV.51. Distribución de la población económicamente activa ocupada por sector económico.



Pobreza

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política del Desarrollo Social (CONEVAL, 2019), menciona que una persona vive en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (en los seis indicadores de rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de su vivienda, servicios básicos de la vivienda y acceso a la alimentación) y el ingreso que percibe es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias. Por otro lado, la pobreza extrema se presenta cuando una persona tiene tres o más carencias, de las seis posibles, dentro del Índice de Privación Social y que además se encuentra por debajo de la línea de bienestar mínimo. Las personas que viven esta situación, disponen de un ingreso tan bajo que, aunque lo dedicaran por completo a la adquisición de alimentos, no podrían obtener los nutrientes necesarios para tener una vida sana. En este sentido, CONEVAL indica que el 59% de la población de Ozuluama de Mascareñas vive en pobreza (17,890 personas), en tanto que el 9.9% se encuentra en situación de pobreza extrema (2,999 personas).

Grado de marginación

De acuerdo con datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), el municipio de Ozuluama de Mascareñas presenta un índice de marginación de 50.5, clasificándolo, así como un municipio que posee un grado de marginación ALTO. Debido a esto, el municipio se posiciona en el lugar número 400 a nivel nacional.

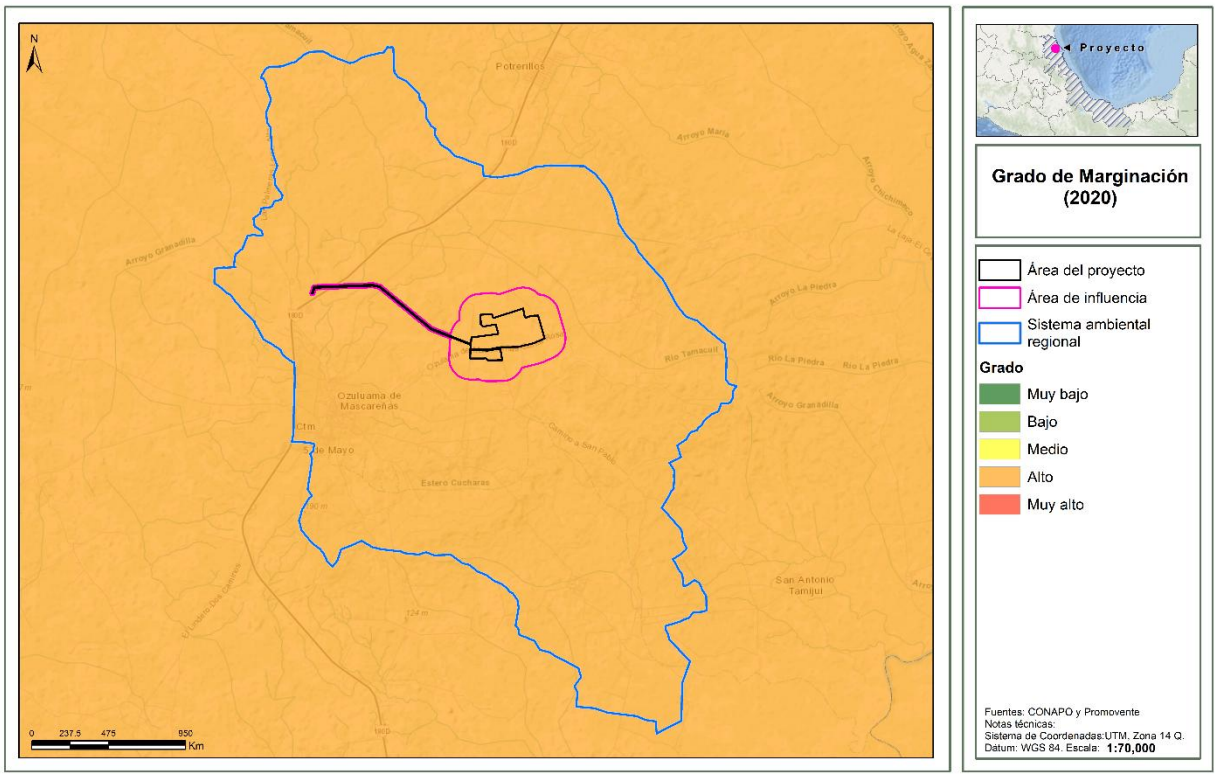
Índice de marginación

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 **Ozuluama de Mascareñas**, de acuerdo con el Atlas Digital Geográfico del Medio Ambiente, 2019 de la SEMARNAT,[4] se reporta que el grado de marginación es **Alto**, 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.

[4] Información consultada en la página https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador2Beta/index.html, el 11 de marzo de 2024

Figura IV.52. Índice de marginación para el municipio de Ozuluama de Mascareñas.

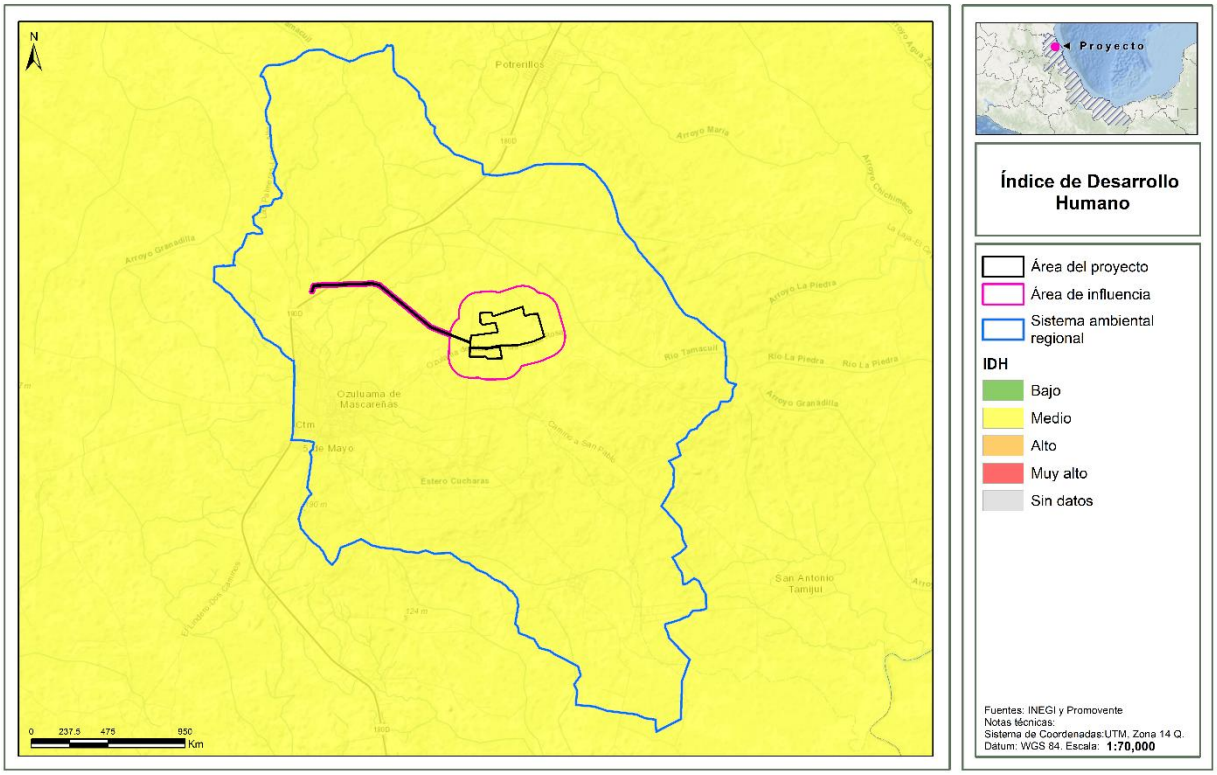


Índice de desarrollo humano

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, tiene acceso limitado a servicios de salud, educación y percibe ingresos.

Figura IV.53. Índice de desarrollo humano para el municipio de Ozuluama de Mascareñas.



IV.8.1.1 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),

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.9 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.

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.57. 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 **Ozuluama de Mascareñas** en el estado de Veracruz, el cual ocupara una superficie de 134.2528 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 517.0572 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 11,035.0412 ha.
Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores	La concentración demográfica más cercana corresponde al centro de población del municipio de **Ozuluama de Mascareñas**, el cual se encuentra al norte del **AP**, a 3.47 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 5 de mayo. 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.9.1 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**, 3 tipos de coberturas para el **AI** y 3 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 74.96%, en el **AI** el 93.63% y en el **AP** el 97.61%, mientras que la Agricultura de temporal permanente es el otro uso de suelo dominante, dado que se encuentra representado en el 6.51% del **SAR**, el 2.57% del **AI** y el 2.13% en el **AP**.

Finalmente, la vegetación de tipo forestal corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, la cual se encuentra ocupando una superficie de 11.36% en el **SAR,** 3.14% en el **AI** y 0.26% **AP** respectivamente.

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:

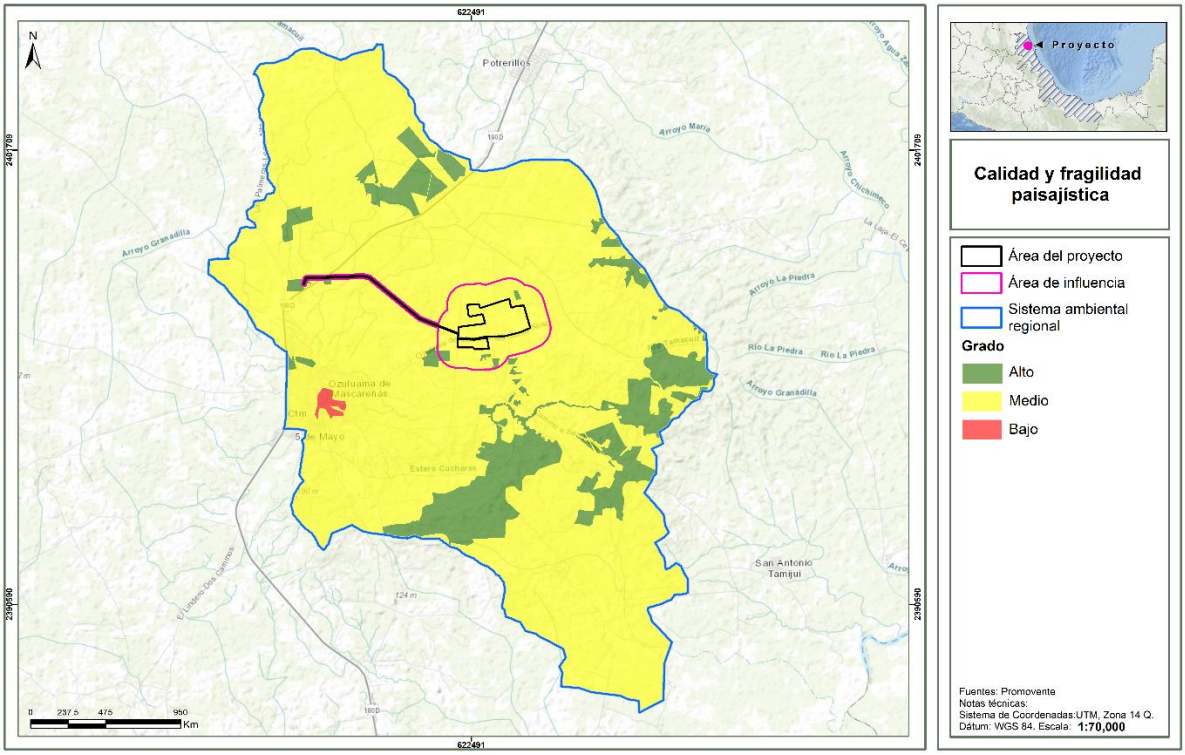
1 corresponde a zonas degradadas, infraestructura, asentamientos humanos, o cualquier otro uso de suelo que represente una constante presión al paisaje, estás se representan en color rojo dentro del mapa,

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, para este caso se consideran las áreas forestales en estado de conservación.

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 Medio**, 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.54. Calidad y fragilidad del paisaje dentro del **SAR**, **AI** y **AP**.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.9.2 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.58. 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**.

Tabla IV.59. 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 corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia pero en muy poca proporción en las tres áreas del proyecto **SAR, AI** y **AP.**	**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 de la calidad visual del SAR, el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP) arrojó un puntaje de 7, lo que corresponde a la **Clase C**, definida como de **calidad visual baja**. Esta clasificación se basa en criterios establecidos para evaluar los componentes escénicos del paisaje, como la **variedad de formas, colores, líneas y texturas**. En este caso, las áreas evaluadas presentan **una homogeneidad visual considerable**, con escasa diversidad de elementos naturales o antrópicos que generen contrastes o atractivos paisajísticos relevantes.

Dicha baja complejidad visual reduce el valor estético percibido del entorno, y en consecuencia, **la sensibilidad visual del paisaje frente a las intervenciones del Proyecto es también baja**, lo cual representa una condición favorable desde la perspectiva del impacto visual.

IV.9.3 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.60. 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.

$$CAV = 2 *(1+2+1+1+1) = 12$$

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.61. 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 Ozuluama de Mascareñas que se encuentra a 3.47 km al Oeste del **AP**, de igual manera las personas que transiten por la carretera 5 de mayo, 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.10 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.10.1 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.62. 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 Climático (ANVCC), contiene 6 clases de vulnerabilidad[5], de las cuales se seleccionaron 2 para la descripción del área de estudio: vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones y a deslaves actual.	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 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

[5] 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.

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
		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 (Escribano *et al.*, 1991, MOPT, 1993 y Muñoz-Pedreros, 2004)	Se refiere a las características del paisaje que presentan valores de estética, singularidad y naturalidad, incluye tres aspectos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.	Alta
				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.10.2 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.63. Síntesis del inventario ambiental y su calidad actual en el SAR, AI y AP.

Factor ambiental	Indicador	SAR-AI		AP
Clima	Vulnerabilidad a inundaciones	Muy alto		
	Vulnerabilidad a deslaves	Muy bajo		
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	103.665810 millones de metros cúbicos anuales		
	Balance hídrico	P= 100% Et= 81% Es= 7% I= 12%	P= 100% Et= 81% Es= 7% I= 12%	P= 100% Et= 81% Es= 7% I= 12%
Flora	Índices de diversidad de Shannon	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia Diversidad media	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia Diversidad Baja	

Factor ambiental	Indicador	SAR-AI		AP
	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**	
Fauna	Índices de diversidad de Shannon	Diversidad Media		
	Presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	1 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	1 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Paisaje	Calidad paisajística	Baja		
	CAV / fragilidad	Baja		
Socioeconómico	Grado de marginación	Alto		
	Índice de desarrollo humano	Medio		

IV.10.3 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 identifica el clima cálido subhúmedo.

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 anualesEl 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 remoción de vegetación 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, así como por las actividades de trazo y nivelación del terreno, la erosión hídrica pasaría 0.92 ton/ha/año a 25.02 ton/ha/año, lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie pasa de 123.21 ton/año a 3,359.57 ton/año, con un incremento de 3,236.36 ton/año, manteniéndose en una clasificación baja; este incremento a nivel del SAR representa el 6.95% y en el AI es del 83.51%, mientras que para el AP representa 27 veces.

En cuanto a la erosión eólica, una vez removida la vegetación, la tasa de erosión pasa de 2.03 a 6.52 toneladas por hectárea por año (ton/ha/año), lo que representa un incremento de aproximadamente tres veces en la pérdida de suelo, pasando de 273.10 a 875.63 toneladas anuales, es decir, un aumento absoluto de 602.52 ton/año. Este incremento representa el 2.44% a nivel del Sitio **SAR**, el 35.89% en el Área de Influencia (AI), y una variación equivalente a tres veces en el Área del Proyecto (AP).

Caben mencionar que los procesos erosivos, 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** no se presentan corrientes de agua perennes, no obstante, aledañas al mismo se encuentran dos corrientes perennes conocidas como Estero Topila y Chicayán, aunado a diferentes cauces intermitentes conocidas con los siguientes nombres: La Guia, Pasó de Maya, El Cincuenta y cinco, El Barral, Franco, Granadilla, Chichimeco, Buenavista, María, La Poza, Ebanal, La Piedra, El Brujo, Magosal, Hondo, Morales, La Machorra y Escribanillo. No obstante, en el SAR si se reportan dos cuerpos de agua Intermitentes que abarcan el 1% del mismo, estos son conocidos como: Gladis y Alicia (Semarnat, 2021).

Asimismo, se reporta que en el **SAR** se presentan 417 corrientes de tipo intermitente correspondientes al orden 1,2,3 y 4, sumando un total de 186.46 km dentro el **SAR**. Así mismo, en el **AI** se presentan 28 corrientes de tipo intermitente de orden 1, 2 y 3, que en conjunto suman una longitud total de 7.36 km, finalmente en el **AP** solo se registran 8 corrientes de tipo intermitente de orden 1 y 2 con una longitud de 0.53 km. Es importante mencionar que, en el AI y AP, no se presentan escurrimientos de tipo Perenne.

Ahora bien, en cuanto al balance hídrico se tiene que actualmente en el **SAR** del volumen total de agua que se precipita el 81% se pierde en evapotranspiración, el 7% se escurre y el 12% se infiltra, porcentaje que equivale a 4,045,525.81 m³/año; mientras que, en el **AI** del 100% de la precipitación, el 81% se evapora, el 7% se escurre y el 12% se infiltra, este último equivale a 192,828.79 m³/año; finalmente, en el **AP** en condiciones actuales, del total precipitado, 81% se evapora, 7% se escurre y 12% se infiltra, infiltración que equivale a 49,490.52 m³/año.

Calidad del aire y confort sonoro

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 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 la cantidad de carbono captado por la vegetación presente en la superficie total del **SAR** corresponde a 403,295.24 ton/año, en el **AI** es de 4,976.00 ton/año, mientras que en el **AP** corresponde a 110.84 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 110.84 ton/año; lo cual a nivel del **SAR** representa el 0.03% y en el **AI** corresponde al 2.2 %; con esta disminución la cifra de CO_2 captado en la totalidad del **SAR** pasará a 403,184.40 ton/año, en el **AI** será de 4,867.15 ton/año y en el **AP** será 0.

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 1,075,453.98ton/año, en el **AI** es de 13,274.65 ton/año y en el **AP** corresponde a 295.57 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 295.57 ton/año; lo cual a nivel del **SAR** representa el 0.03% y en el **AI** corresponde 2.2%; con esta disminución la cifra de oxígeno generado en la totalidad del **SAR** pasará a 1,075,158.41 ton/año, y en el **AI** será de 12,979.08 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 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 7 usos de suelo y tipos vegetación dentro del **SAR**, 4 tipos de coberturas para el **AI** y 3 coberturas para el **AP**. Ahora bien, 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 74.96%, en el **AI** el 93.63% y en el **AP** el 97.61%, mientras que la Agricultura de temporal permanente es el otro uso de suelo dominante, dado que se encuentra representado en el 6.51% del **SAR**, el 2.57% del **AI** y el 2.13% en el **AP**.

Al mismo tiempo, en campo se logró identificar cuerpos de agua, los cuales son utilizados para el riego de los campos de cultivo aledaños dentro del **SAR**. Estos cuerpos de agua ocupan el 0.03% dentro del **SAR**, el 0.65% en el **AI**.

Finalmente, la vegetación de tipo forestal corresponde a vegetación de selva mediana subperennifolia en estado de sucesión, arbórea y arbustiva, el estado primario, es decir, la Vegetación secundaria arbórea de

selva mediana subperennifolia se encuentra ocupando una superficie de 11.36% en el **SAR,** 3.14% en el **AI** y 0.26% **AP** respectivamente.

El **Proyecto** ocupará una superficie total de **134.2528 ha**, distribuidas de la siguiente manera: 1.6611 hectáreas presentarán afectación permanente con sellamiento, correspondientes a los componentes Área de Baterías, Centro de Transformación, Inversores String y Subestación Eléctrica; 109.4635 hectáreas tendrán también afectación permanente con sellamiento, asociadas a los componentes Área de Módulos, Caminos, DDV, Línea de Transmisión y Zanja de Cableado Eléctrico; y finalmente, 23.1282 hectáreas presentarán afectación temporal sin sellamiento, relacionadas con los componentes Área de Maniobras y Área de Trabajos Temporales.

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

Para la fauna se registró un total un total de 43 especies de fauna, distribuidas en 3 grupos faunísticos, teniendo que el grupo de las aves presento el mayor número de especies con 36 registros, seguido del grupo de los reptiles con 4 especies y finalmente, el grupo de los mamíferos con 3 especies. El grupo de los murciélagos reporto un total de 13 especies, de las cuales 8 se observaron en el **AP**, 9 en el **AI** y 11 en el **SAR**.

Del total de especies registradas, dentro del **SAR** se registraron 42 especies, el **AI** 32 especies y en el **AP** 17 especies. De las 43 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, 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 2 especies registradas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, solo 1 se encontró dentro del **AP**, estas se observaron de manera directa en los transectos establecidos.

Ahora bien, las especies más sensibles al desarrollo de actividades dentro de la zona, 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.

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 Ozulama de Mascareñas.

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.

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.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO V:

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

PROYECTO:

“PV CHABACANES SOLAR”

PROMOVENTE:

SOLARIG MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.

Solarig

VERSIÓN PÚBLICA. Se elimina la información confidencial con fundamento en los artículos 113 y 118 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Índice

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 11
V.2.1. Actividades relevantes 11
V.2.2. Indicadores de los componentes ambientales 12
V.2.3. Identificación de las interacciones 13
V.2.4. Descripción de las interacciones 15
V.2.5. Identificación de los impactos ambientales 20
V.3. Caracterización y valoración de los impactos 22
V.3.1. Caracterización de los impactos por componente ambiental 24
V.4. Impactos acumulativos 29
V.4.1. Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del Sistema Ambiental Regional 29
V.5. Impactos sinérgicos 31
V.5.1. Identificación de interconexiones de los impactos 32
V.5.2. Identificación de grados de sinergia 32
V.5.3. Identificación de nivel de influencia y sensibilidad sinérgica. 34
V.6. Impactos residuales 35
V.7. Conclusiones 37

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. 15
Figura V.3. Interacciones identificadas por etapa del Proyecto. 15
Figura V.4. Esquema de impactos causa e impactos consecuencia. 32

Índice de tablas

Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios. 9
Tabla V.2. Actividades del Proyecto. 12
Tabla V.3. Componentes ambientales e indicadores 13

Tabla V.4. Matriz general de interacciones del Proyecto (- = interacciones adversas, + = interacciones benéficas). 14

Tabla V.5. Descripción de las interacciones en todas las etapas del Proyecto..... 16

Tabla V.6. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el Proyecto (etapa: PS: preparación del sitio, C: construcción, OM: operación y mantenimiento, DC: desmantelamiento y cierre; naturaleza: A: adverso, B: benéfico). 20

Tabla V.7. Valoración de impactos. 23

Tabla V.12. Matriz de interacciones de impactos sinérgicos..... 33

Tabla V.8. Resumen de valoración de los impactos. 38

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 ambientales. Los componentes 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 componentes ambientales considerados por los organismos internacionales competentes pertenecen a los siguientes (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 componentes ambientales (Conesa, 2009).

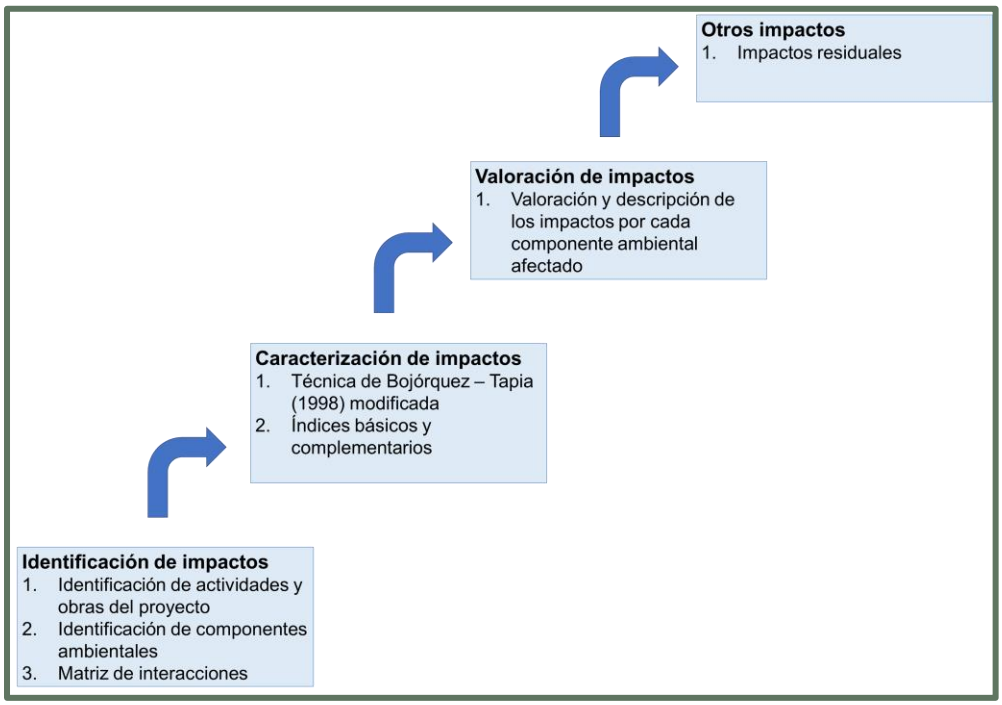
Un proceso de evaluación de impacto ambiental se expresa en una secuencia lógica de pasos, que se constituyen en elementos clave al momento de ser aplicados a las acciones humanas que interesa evaluar para resguardar el cumplimiento de los objetivos ambientales.

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 componentes 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 (componentes 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 componentes ambientales (filas) que pudieran ser afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (componente 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 V.2.3 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 componentes 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 siguiente tabla.

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: c**uando 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: c**uando 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 ≤ IB ≤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 ≤ IC ≤ 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:

Tabla V.2. Significancia de los impactos.

Índice del impacto	Significancia	Clave	Código de colores
0.000 a 0.200	Impacto no significativo	NS	
0.201 a 0.400	Impacto poco significativo	PS	
0.401 a 0.600	Impacto moderadamente significativo	MS	
0.601 a 0.800	Impacto significativo	S	
0.801 a 1.000	Impacto muy significativo	MMS	

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 ambientales a evaluar, en la siguiente tabla 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.3. 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
	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
	Mantenimiento
Desmantelamiento y cierre	Desmontaje y retiro de instalaciones
	Restauración del terreno*

* No se considera como actividad susceptible de generar impactos.

V.2.2. Indicadores de los componentes ambientales

Una vez listadas las actividades del **Proyecto**, se identificaron los componentes 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 componentes 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 componentes 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.4. Componentes ambientales e indicadores**.**

Componentes ambientales	Factor ambiental
Suelo	Características físicas y químicas
	Procesos erosivos
Aire y confort sonoro	Calidad del aire
	Nivel de ruido
Hidrología superficial	Calidad del agua superficial
	Patrón de escurrimientos
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea
	Infiltración
Flora	Abundancia y diversidad
	Cobertura vegetal forestal
Fauna	Abundancia y diversidad
	Hábitat
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010
Paisaje	Calidad paisajística
Socioeconómico	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 componentes 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 5.1 Matriz de impactos** (pestaña Interacciones) se muestran las interacciones entre actividades y componentes ambientales del **Proyecto**.

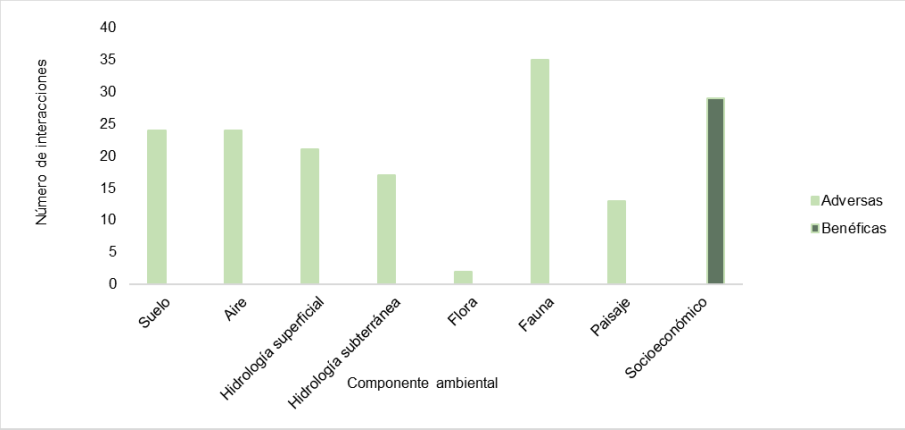
[1] Nota: en esta matriz no se incluye las actividades o medidas de mitigación establecidas en el programa de trabajo, ya que son acciones previas a la generación de los impactos negativos.

Tabla V.5. Matriz general de interacciones del **Proyecto** (- = interacciones adversas, + = interacciones benéficas)**.**

Etapa	Actividad	Suelo		Aire		Hidrología superficial		Hidrología subterránea		Flora		Fauna			Paisaje	Socioeconómico	
		Características físicas y químicas	Procesos erosivos	Calidad del aire	Nivel de ruido	Calidad del agua superficial	Patrón de escurrimientos	Calidad del agua subterránea	Infiltración	Abundancia y diversidad	Cobertura vegetal forestal	Abundancia y diversidad	Hábitat	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Calidad paisajística	Fuentes de empleo	Creación de infraestructura de servicios
Preparacion de sitio	Desmonte y despalme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Trazo y nivelación	-														+	+
	Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	+	+
	Cortes	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	+	+
	Rellenos	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	+	+
	Obras y actividades provisionales	-				-		-							-	+	+
Construccion	Obra civil del parque fotovoltaico	-	-	-	-	-	-	-	-			-		-	-	+	+
	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		-	-								-	-	-	-	+	+
	Mantenimiento	-	-	-		-		-				-		-		+	+
Desmantelamiento y cierre	Desmontaje y retiro de instalaciones	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	+	
Total de interacciones por componente ambiental	Interacciones adversas	24		24		21		17		2		35			13	0	
	Interacciones benéficas	0		0		0		0		0		0			0	29	
	Total de interacciones	24		24		21		17		2		35			13	29	

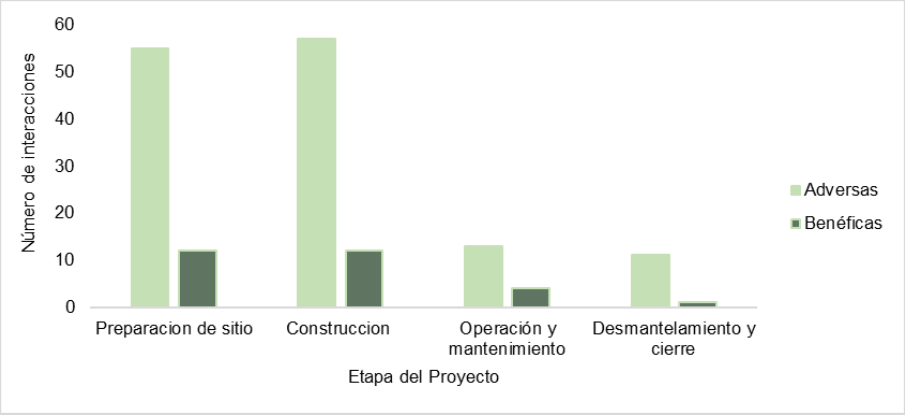
De acuerdo con la matriz anterior, se identificaron 165 interacciones, de las cuales 136 fueron adversas y 29 benéficas. El componente que obtuvo todas las interacciones benéficas fue el social (29 interacciones para los componentes empleo y creación de infraestructura de servicios). Mientras que, los componentes que presentaron más interacciones negativas fueron el componente fauna con 35 interacciones adversas, seguido del aire con y el suelo con 24 interacciones (Figura V.2).

Figura V.2. Interacciones identificadas por componente ambiental.



La etapa del **Proyecto** con mayor número de interacciones es preparación del sitio con 67 interacciones (55 adversas y 12 benéficas), luego construcción con 69 interacciones (57 adversas y 12 benéficas), seguida de operación y mantenimiento con 17 interacciones (13 adversas y 4 benéficas) y finalmente la etapa con menos interacciones es desmantelamiento y cierre con 13 interacciones (11 adversas y 1 benéficas), como se observa en la siguiente figura.

Figura V.3. Interacciones identificadas por etapa del Proyecto.



V.2.4. Descripción de las interacciones

De acuerdo con las matrices interactivas previamente presentadas, en la siguiente tabla se describen las interacciones por componente ambiental y etapa del **Proyecto**.

Tabla V.6. Descripción de las interacciones en todas las etapas del Proyecto.

Componente ambiental	Factor ambiental	Etapa	Descripción del impacto
Suelo	- Calidad (características físicas y químicas)	Preparación del sitio Construcción	• La calidad del suelo puede verse afectada en caso de presentarse algún derrame accidental de aceites y combustibles usados por la maquinaria o equipo empleado durante la preparación del sitio y construcción, así como en caso de existir un manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos. • Las características físicas del suelo se verán modificadas debido al retiro de la cubierta vegetal, las excavaciones, rellenos, compactación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie.
		Operación y mantenimiento	• La calidad del suelo en esta etapa podría resultar afectada en caso de manejo incorrecto de residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos.
		Desmantelamiento y cierre	• Durante esta etapa la calidad del suelo puede verse afectada en caso de presentarse algún derrame accidental de aceites y combustibles usados por la maquinaria o equipo empleado, o en caso de disposición incorrecta de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos.
	Procesos erosivos	Preparación del sitio Construcción	• Durante la preparación del sitio se removerá vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, lo cual repercutirá en un incremento de los procesos de erosión, así mismo esto se dará por el movimiento de tierras y su retiro para la construcción del Proyecto. En aquellas áreas que resulten selladas dejarán de darse los procesos erosivos.
		Operación y mantenimiento	• En aquellas áreas con suelo desnudo se mantendrían los procesos erosivos en tasas mayores a las actuales, tal como fue estimado en el Capítulo IV de la presente MIA-R.
		Desmantelamiento y cierre	• En el cierre del Proyecto, se retirará la infraestructura del Proyecto, lo cual puede generar incremento de los efectos erosivos al dejar descubierto el suelo.
Aire	- Calidad del aire	Preparación del sitio Construcción	• El aire se verá afectado en su calidad por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los vehículos automotores y equipos que operen durante la preparación del sitio y construcción. • Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos que ocurrirá durante las excavaciones, compactaciones, rellenos y traslado de residuos de manejo especial.
		Operación y mantenimiento	• El aire se verá afectado en su calidad por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los vehículos automotores y equipos que operen durante la realización de mantenimientos, así como por el tránsito de vehículos en caminos internos de terracería.
		Desmantelamiento y cierre	• El aire se verá afectado en su calidad por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los vehículos automotores y equipos que sean requeridos para el desmantelamiento de la infraestructura y la restitución del sitio. • Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos durante el retiro de infraestructura y el movimiento de maquinaria en el área del **Proyecto**.
	- Nivel de ruido	Preparación del sitio Construcción	• El confort sonoro habitual en el área del **Proyecto** y su **AI** se verá alterado por el uso de maquinaria y equipo.
		Operación y mantenimiento	• Sin interacciones importantes en la generación de ruido en esta etapa.

Componente ambiental	Factor ambiental	Etapa	Descripción del impacto
		Desmantelamiento y cierre	• El nivel de ruido se verá alterado por el uso de maquinaria y equipo que sea empleado para el desmantelamiento de la infraestructura del Proyecto.
Hidrología superficial	Calidad de agua	Preparación del sitio Construcción	• La afectación puede darse durante todas las etapas, por el riesgo de contaminación del agua superficial, en caso de existir un mal manejo de residuos sólidos y líquidos que pudieran llegar a afectar los cuerpos de agua presentes en el área del Proyecto.
		Operación y mantenimiento	
		Desmantelamiento y cierre	
	Patrón de escurrimientos	Preparación del sitio Construcción	• El retiro de la cubierta vegetal, las excavaciones, rellenos, compactación, así como por las cimentaciones y sellamiento de algunas áreas de la superficie modificarán el coeficiente de escurrimiento y por lo tanto los patrones de escurrimiento en la superficie Es importante mencionar que, en el AI y AP, no se presentan escurrimientos de tipo Perenne o bien, cuerpos de agua. Sin embargo, se destaca que los cuerpos de agua identificados mediante los recorridos de campo, así como imágenes satelitales (Google Earth), No se clasifican como cuerpos de agua nacionales ni están sujetos a la jurisdicción de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), debido a que consisten en depósitos artificiales construidos para fines agrícolas.
		Operación y mantenimiento	• No se presentan impactos sobre escurrimientos y cuerpos de agua en esta etapa.
		Desmantelamiento y cierre	• El retiro de infraestructura del Proyecto modificará el coeficiente de escurrimiento de la superficie y por lo tanto los patrones de escurrimiento.
Hidrología subterránea	Calidad de agua subterránea	Preparación del sitio Construcción	• Se considera el riesgo de afectación del agua subterránea durante todas las etapas, en caso de contaminación del suelo, cuyos contaminantes tales como aceites y combustibles usados por la maquinaria, residuos peligrosos y aguas residuales de sanitarios pudieran llegar a infiltrarse, lo anterior, en caso de existir un mal manejo de estos residuos.
		Operación y mantenimiento	
		Desmantelamiento y cierre	
	Infiltración	Preparación del sitio Construcción	• El volumen de infiltración actual se verá disminuido por la remoción de la vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, así como por las modificaciones a la superficie del Proyecto, especialmente por sellamientos de algunas áreas.
		Operación y mantenimiento	• No se presentan impactos sobre la infiltración en esta etapa.
		Desmantelamiento y cierre	• No se presentan impactos sobre la infiltración en esta etapa.

Componente ambiental	Factor ambiental	Etapa	Descripción del impacto
Flora	- Abundancia y diversidad - Cobertura vegetal forestal	Preparación del sitio. Construcción	• Con la limpieza del área del **Proyecto** se retirará la vegetación que se encuentra presente en este, afectando la cobertura, abundancia y diversidad de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, en donde se identificaron 50 especies en el AP.
		Operación y mantenimiento	• No se presentan interacciones en esta etapa.
		Desmantelamiento y cierre	• No se presentan interacciones negativas en esta etapa.
Fauna	- Abundancia y diversidad	Preparación del sitio. Construcción	• Se considera la afectación a la fauna que pudiera estar presente en el área del **Proyecto**, ya sea por daño accidental. • Derivado de los muestreos realizados en el área del Proyecto, se registraron un total de 25 especies, de los cuales del grupo de aves se registraron 16 especies, mamíferos (incluidos quirópteros) se registraron 8 especies y reptiles una especie. Adicionalmente, es importante considerar la diversidad registrada tanto en el AI como en el SAR, debido a su movilidad. En el SAR se registraron un total de 45 especies, de los cuales del grupo de aves se registraron 30 especies, mamíferos (incluidos quirópteros) se registraron 14 especies y de reptiles una especie; en el AI se registraron un total de 38 especies, de los cuales del grupo de aves se registraron 24 especies, mamíferos (incluidos quirópteros) se registraron 11 especies y de reptiles 3 especies.
		Operación y mantenimiento	• Afectación de la abundancia de fauna por captura, daño o muerte accidental por la presencia del personal durante la operación y mantenimiento del Proyecto. • Así mismo, se considera 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 los paneles, líneas eléctricas, por electrocución y/o por la incidencia del flujo de calor producido.
		Desmantelamiento y cierre	• Afectación de la abundancia de fauna por captura, daño o muerte accidental por la presencia del personal durante el desmantelamiento y cierre del Proyecto.
	- Hábitat	Preparación del sitio. Construcción	• En el caso del hábitat, la afectación se dará como consecuencia directa de la remoción de vegetación, lo que disminuye la disponibilidad de hábitat para la fauna, así como por el ruido generado por el equipo y maquinaria que labore en el sitio, ya que ahuyenta a los individuos de fauna.
		Operación y mantenimiento	• La presencia de las instalaciones del Proyecto modificará de forma permanente el hábitat del SAR para la fauna silvestre.
		Desmantelamiento y cierre	• La afectación se dará como consecuencia del ruido generado por el equipo y maquinaria que se emplee para el retiro de la infraestructura del Proyecto, ya que ahuyenta a los individuos de fauna que pudieran estará próximos.
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Preparación del sitio Construcción	• Afectación a la abundancia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por captura, daño o muerte accidental por la presencia del personal y maquinaria durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto.
		Operación y	• Afectación de la abundancia de especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 por captura, daño o muerte accidental por la presencia del personal durante la operación y mantenimiento del Proyecto.

Componente ambiental	Factor ambiental	Etapa	Descripción del impacto
		mantenimiento	• Derivado de los muestreos realizados se identificaron 2 especies en riesgo, de las cuales *Ctenosaura acanthura* se identificó en el área del Proyecto, mientras que, *Iguana iguana* se registró en el AI; ambas consideradas en este impacto. • Cabe señalar que no se localizaron especies en riesgo de aves, por lo cual este impacto no está contemplado para este grupo.
		Desmantelamiento y cierre	• Afectación de la abundancia de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 por captura, daño o muerte accidental por la presencia del personal durante el desmantelamiento y cierre del Proyecto.
Paisaje	- Calidad paisajística	Preparación del sitio Construcción	• Alteración de la configuración escénica del área del **Proyecto** por el retiro de la cubierta vegetal, por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del **Proyecto**, 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.
		Operación y mantenimiento	• Si bien la modificación del paisaje tendrá origen durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto, esta permanecerá durante la operación dado que este es un factor sujeto a apreciación de los observadores, además de que es un elemento que incidirá de forma permanente en la calidad paisajística.
		Desmantelamiento y cierre	• Modificación del paisaje por la presencia de maquinaria durante el retiro de las instalaciones.
Socioeconómico	- Fuentes de empleo - Creación de infraestructura de servicios.	Preparación del sitio Construcción	• Generación de empleos temporales, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local por el consumo de bienes y servicios, lo que deriva en ingresos tanto para los trabajadores, como para la región. • Construcción de infraestructura para la generación de energía eléctrica.
		Operación y mantenimiento	• Generación de empleos permanentes, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local; así mismo se brindará un servicio de abastecimiento de combustible alternativo en la región. • Generación de energía eléctrica.
		Desmantelamiento y cierre	• Generación de empleos temporales, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local.

V.2.5. Identificación de los impactos ambientales

De acuerdo con las interacciones anteriores, los impactos ambientales descritos se pueden sintetizar como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla V.7. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el Proyecto (etapa: PS: preparación del sitio, C: construcción, OM: operación y mantenimiento, DC: desmantelamiento y cierre; naturaleza: A: adverso, B: benéfico).

Componente ambiental	Clave	Clave y denominación del impacto	Descripción	Etapa	Naturaleza
Suelo	SUE1	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	**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 en todas las etapas; 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.	PS C OM DC	A
	SUE2	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	**Incremento de la erosión y pérdida de suelo**, derivado de los movimientos de suelos, así como por la remoción de la cobertura vegetal. Durante la etapa operativa se mantendrían los niveles de erosión mayores a los actuales en aquellas áreas que permanezcan como suelo desnudo. Así mismo, posteriormente durante el desmantelamiento y cierre la erosión puede modificarse al quedar expuesto el suelo en tanto se inicie la restauración del sitio.	PS C OM DC	A
Aire	AIR1	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	**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.	PS C OM DC	A
	AIR2	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	**Modificación del nivel sonoro** por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del Proyecto.	PS C DA	A
Hidrología superficial	HSUP1	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	**Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial**, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades y etapas del Proyecto	PS C OM DC	A
	HSUP2	HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento	**Modificación de los patrones de escurrimiento** por el retiro de la cubierta vegetal, las excavaciones, rellenos, compactación, así como por las cimentaciones y sellamiento de algunas áreas de la superficie, posteriormente por el retiro de las instalaciones, todas estas actividades modificarán el coeficiente de escurrimiento y por lo tanto los patrones de escurrimiento.	PS C DC	A
Hidrología subterránea	HSUB1	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	**Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** por los residuos o sustancias que pudieran generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	PS C OM DC	A

Componente ambiental	Clave	Clave y denominación del impacto	Descripción	Etapa	Naturaleza
	HSUB2	HSUB2. Disminución de la infiltración.	**Disminución en la infiltración** por la remoción de la cobertura vegetal, y por las diferentes modificaciones en la superficie, que incluyen compactación y sellamiento de algunas áreas.	PS C	A
Flora	FLO1	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	**Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora** silvestre, debido a las acciones de remoción de la vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	PS C	A
	FLO2	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	**Disminución de la cobertura vegetal forestal**, debido a la remoción directa de vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	PS C	A
Fauna	FAU1	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	**Afectación de la abundancia y diversidad de fauna silvestre** por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento 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 la avifauna, por la posible mortandad de individuos debido a la colisión contra los paneles, líneas eléctricas, por electrocución y/o por la incidencia del flujo de calor producido.	PS C OM DC	A
	FAU2	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	**Afectación al hábitat de las especies de fauna**, generado por la remoción de vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, lo que disminuye la disponibilidad de hábitat para la fauna, así como por el ruido generado por el equipo y maquinaria que labore en el sitio, ya que ahuyenta a los individuos de fauna. Así mismo, la presencia de los módulos fotovoltaicos y línea de transmisión modificarán de forma permanente el hábitat para la fauna silvestre que se mueve en el SAR y AI.	PS C OM DC	A
	FAU3	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	**Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y/o endémicas**, en caso de mortandad o daño accidental 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.	PS C OM DC	A
Paisaje	PAI1	PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.	**Afectación de la configuración espacial de la calidad escénica del paisaje** por la remoción de la vegetación y la inserción de la infraestructura del Proyecto, la generación de polvos y presencia de maquinaria, así como por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos durante todas las etapas del Proyecto.	PS C OM DC	A
Socioeconómico	SOC1	SOC1. Generación de fuentes de empleo.	***Generación de fuentes de empleo.** Todas las actividades del Proyecto implican la generación de empleos temporales o permanentes.	PS C OM DC	B
	SOC2	SOC2. Creación de infraestructura de servicios.	***Creación de infraestructura de servicios.**	PS C OM DC	B

*Impactos positivos

De acuerdo con la tabla anterior, se identificaron 16 impactos, de los cuales 14 son negativos y 2 son positivos, estos últimos relacionados 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 **Tabla V.7** y en el **Anexo 5.1 Matriz de impactos (hoja Valoración)**.

Tabla V.8. Valoración de impactos.

Medio	Componente ambiental	Clave	Clave y denominación del 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	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	1	1	2	2	2	0	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	S	3	0.000	NS
		SUE2	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	3	1	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	MMS	3	0.000	NS
	Aire	AIR1	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	1	2	1	1	2	0	0.444	0.333	0.667	**0.582**	-	MS	2	0.194	NS
		AIR2	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	1	2	0	0.444	0.333	0.667	**0.582**	-	MS	2	0.194	NS
	Hidrología superficial	HSUP1	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	1	2	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	S	3	0.000	NS
		HSUP2	HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento	3	1	3	1	2	2	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	MMS	3	0.000	NS
	Hidrología subterránea	HSUB1	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	1	2	2	1	2	2	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	S	3	0.000	NS
		HSUB2	HSUB2. Disminución de la infiltración.	3	1	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	MMS	3	0.000	NS
Biótico	Flora	FLO1	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	3	1	3	1	2	2	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	MMS	2	0.298	PS
		FLO2	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	2	1	3	3	2	2	0.667	0.778	0.222	**0.914**	-	MMS	3	0.000	NS
	Fauna	FAU1	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	1	3	3	1	2	2	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	MMS	2	0.298	PS
		FAU2	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	3	3	3	2	2	2	1.000	0.667	0.333	**1.000**	-	MMS	1	0.667	S
		FAU3	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	1	3	3	1	2	2	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	MMS	3	0.000	NS
Perceptual	Paisaje	PAI1	PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.	3	2	3	2	2	1	0.889	0.556	0.444	**0.949**	-	MMS	1	0.633	S

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, 9 impactos son muy significativos, relacionados con las afectaciones al suelo por incremento de erosión, a la hidrología superficial por modificación de patrones de escurrimiento, a la hidrología subterránea por disminución de la infiltración, así como a la flora, fauna y el paisaje; 3 impactos son significativos, relacionados con la afectación a las características físico-químicas del suelo e hidrología superficial y subterránea; y 2 impactos son moderadamente significativos, relacionados con la calidad del aire y nivel sonoro.
- Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que los valores cambian, obteniéndose que: 10 impactos serán no significativos, 2 serán poco significativos y 2 impactos relacionados con las afectaciones al hábitat de fauna y el paisaje serán significativos, siendo estos los más importantes.

V.3.1. Caracterización de los impactos por componente ambiental

A continuación, se presenta una descripción de los impactos adversos por componente ambiental, conforme a la caracterización y valoración presentada anteriormente.

V.3.1.1. Aire

Para el componente aire se identificaron 2 impactos ambientales que se presentarán en todas las etapas del **Proyecto**, 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 los mantenimientos, así como el desmantelamiento y abandono se afectará la calidad del aire por la dispersión de polvos y emisiones de maquinaria.

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,** principalmente durante la preparación de sitio y construcción.

De acuerdo con la valoración de los impactos, los impactos sobre la calidad del aire y nivel de ruido tendrán una significancia de “moderadamente significativo” sin la implementación de medidas de mitigación, mientras que, considerando las medidas propuestas, su significancia final será “No significativo”.

V.3.1.2. Suelo

Se identificaron 2 impactos que afectarán las características fisicoquímicas del suelo, así como los procesos erosivos.

- SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.
- SUE2. Incremento en la erosión y pérdida de suelo.

El impacto SUE1 es susceptible de presentarse en todas las etapas, debido a la posible contaminación del suelo 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 (residuos sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos y aguas residuales).

El impacto SUE2 se presentará por las actividades de desmonte y despalme, trazo y nivelación y excavaciones, terracerías y compactación de la superficie, cimentaciones, por las labores de construcción, donde se requiere nivelar el sitio, lo que significa potencialmente incrementar la erosión existente, cabe señalar que la tasa de incremento mayor se originará por la remoción de vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, así mismo, en el cierre del proyecto, se retirará la infraestructura del Proyecto, lo cual puede generar incremento de los efectos erosivos al dejar descubierto el suelo.

Como se mencionó en el Capítulo IV de esta MIA-R, en un escenario en que ya se hubiera implementado el **Proyecto**, la erosión hídrica se incrementa, pasando de una tasa de 0.92 ton/ha/año a 25.02 ton/ha/año, lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie por afectar pasa de 123.21 ton/año a 3,359.57 ton/año, con un incremento de 3,236.36 ton/año, manteniéndose en una clasificación baja de acuerdo con Montes-León et al. (2011), al encontrarse esta última por debajo de 50 ton/ha/año. Estos resultados se resumen en la siguiente tabla.

Tabla V.9. Incremento de la erosión hídrica.

Área del proyecto	Erosión hídrica SAR	Valor	Clasificación
AP, área por afectar	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	0.92	Baja
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	123.21	
	Tasa de erosión (ton/ha/año) remover vegetación	25.02	Baja
	Pérdida de suelo (ton/año) remover vegetación	3,359.57	

La tasa de erosión eólica también se incrementa, pasa de 2.03 a 6.52 ton/ha/año, y por ende, el volumen de pérdida de suelo se incrementa 3 veces, es decir, pasa de 273.10 ton/año a 875.63 toneladas anuales, con un incremento de 602.52 ton/año, este incremento a nivel del **SAR** representa el 2.44% y en el **AI** es del 35.89%, sin embargo, la clasificación de la erosión sigue siendo baja.

Tabla V.10. Incremento de la erosión eólica.

Área del proyecto	Erosión eólica SAR	Valor	Clasificación
AP	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	2.03	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	273.10	
	Tasa de erosión (ton/ha/año) remover vegetación	6.52	Sin erosión
	Pérdida de suelo (ton/año) remover vegetación	875.63	

De acuerdo con la valoración realizada, sin medidas el impacto SUE1 presenta un valor de significancia de “Significativo”, sin embargo, con la implementación de medidas de mitigación, el

impacto adquiere un valor de "no significativo", dado que, las medidas permitirán mantener los niveles erosivos similares a como se encuentran actualmente a nivel del SAR.

El impacto SUE2 presenta un valor de significancia sin medidas de "muy significativo", pero con la aplicación de medidas, su valor pasa a ser "No significativo".

V.3.1.3. Hidrología superficial

Se identificaron 2 impactos, susceptibles de afectar la calidad del agua y escurrimientos, durante todas las etapas del Proyecto:

- HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.
- HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento.

Las principales interacciones negativas que se identificaron para el impacto HSUP1 implican actividades como el manejo inadecuado de los residuos generados en las diferentes etapas, lo que puede ocasionar una alteración de la calidad del agua superficial que se vea afectada en caso de un evento de derrame y/o arrastre de residuos sólidos y líquidos, materiales o combustibles por el uso de la maquinaria y equipo.

Para el impacto HSUP2 se puede tener una afectación de los patrones de escurrimiento por las actividades de desmonte, excavaciones, movimientos de tierra y rellenos dentro del parque fotovoltaico, cabe señalar que, aunque se identificaron escurrimientos y cuerpos de agua dentro del área del Proyecto, estos no resultarán afectados dado que se delimitaron como parte de un componente de conservación, por lo tanto, en estas áreas no se desplantará infraestructura alguna del Proyecto.

Conforme a los resultados presentados en el Capítulo IV de la presente MIA-R, se obtuvo que el coeficiente de escurrimiento en condiciones actuales del área de desplante del Proyecto es de 7% del total precipitado, mientras que, una vez realizada la remoción de la vegetación el coeficiente de escurrimiento se incrementa al 9%.

De acuerdo con la valoración realizada, sin medidas el impacto HSUP1 fue valorado como "Significativo" y el impacto HSUP2 como "Muy significativo", mientras que, con medidas, los impactos adquieren un valor de "no significativo".

V.3.1.4. Hidrología subterránea

Se identificaron 2 impactos que podrían afectar la calidad del agua subterránea e infiltración en la etapa de Preparación de sitio y Construcción, tales como:

- HSUB1. Afectación a las características fisicoquímicas del agua subterránea.
- HSUB2. Disminución de la infiltración.

El impacto HSUB1 es susceptible de presentarse en caso de 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 de la infiltración de agua hacia los acuíferos por el retiro de la cobertura vegetal forestal y no forestal. Conforme a los resultados presentados en el Capítulo IV de la presente MIA-R, se obtuvo que, en el área de desplante del Proyecto en condiciones actuales, del total precipitado, 81% se evapora, 7% se escurre y 12% se infiltra, infiltración que equivale a 49,490.52 m³/año.

Mientras que, una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el área por afectar del **AP**, la evaporación será del 81% (334,948.73 m³/año), el escurrimiento será del 9% (36,393.38 m³/año) y la infiltración será del 10% (40,813.98 m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 8,676.54 m³/año, lo que representa el 17.53% del total que se infiltra en condiciones actuales en el **AP (**área por afectar**)**; mientras que en el **AI** esta disminución representa el 4.71% y en el **SAR** únicamente el 0.21%.

De acuerdo con la valoración realizada, sin medidas los impactos HSUB1 y HSUB2 presentan un valor de “Significativo” y “Muy significativo, respectivamente; pero con la implementación de medidas de mitigación y compensación estos impactos pasan a presentar un valor de “No significativo”.

V.3.1.5. Flora

Se identificaron 2 impactos para el componente flora en la preparación de sitio y construcción, tales como:

- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.
- FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.

Se considera la afectación a la abundancia y cobertura de la vegetación presente en el área del **Proyecto** por la remoción de vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Cabe señalar que tanto en el área del **Proyecto** como en el área de influencia no se registraron especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** que pudieran resultar afectadas.

De acuerdo con la valoración realizada, los impactos FLO1 y FLO2 presentan un valor de “Muy significativo” sin medidas, pero con la implementación de medidas de mitigación y compensación dichos impactos pasan a presentar un valor de “poco significativo” y “no significativo”, respectivamente.

V.3.1.6. Fauna

Se identificaron 3 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 el hábitat de las especies de fauna.
- FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.

El impacto FAU1 se presentará en el **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 de los individuos de fauna, ya sea por parte del personal, o por el uso de maquinaria y vehículos que afecte a ejemplares que pudieran estar presentes, durante todas las etapas.

Durante la preparación del sitio y construcción, la afectación de la fauna será mayor para aquellas especies que tienen hábitos fosoriales[22] y/o de lento desplazamiento, tales como mamíferos y reptiles.

Mientras que, durante la operación se considera 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 los paneles, líneas eléctricas, por electrocución y/o por la incidencia del flujo de calor producido.

El impacto FAU2 se presentará por la remoción de la vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia que se pretende desmontar, la cual funge como hábitat para las especies que habitan esta zona, así como por el cambio de uso de suelo de las áreas agrícolas y pastizales a áreas cubiertas con paneles solares, situación que implica una modificación al hábitat regional principalmente de las aves, principalmente las migratorias y las acuáticas, ya que en especial estas últimas pueden llegar a confundir la superficie con cuerpos de agua.

El impacto FAU3 se puede presentar para las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, por la remoción de vegetación y su afectación al hábitat de dichas especies, así como el daño accidental de los individuos por parte del personal y/o por el uso de maquinaria y vehículos.

De acuerdo con la valoración realizada, sin la implementación de medidas, se obtuvo que los impactos FAU1, FAU2 y FAU3 serán "muy significativos" sin medidas, por otro lado, considerando la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación, el impacto FAU1 pasará a ser "Poco significativo", el impacto FAU2 será "Significativo" y el impacto FAU3 será "No significativo"; dado que, aún con la implementación de medidas, la presencia de la infraestructura eléctrica representará un riesgo para la fauna silvestre voladora y se encontrará de forma permanente en su hábitat en la región.

V.3.1.7. Paisaje

Se identificó un impacto sobre el paisaje:

- PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**.

Este impacto se refiere a la alteración de la configuración escénica del área del Proyecto por el retiro de la cubierta vegetal, por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del Proyecto, 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.

Si bien la modificación del paisaje tendrá origen durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto, esta permanecerá durante la operación dado que este es un factor sujeto a apreciación de

[22] Son aquellos animales que excavan y están adaptados para vivir en túneles bajo tierra. Generalmente estas especies huyen a sus madrigueras cuando se sienten amenazados.

los observadores, además de que es un elemento que incidirá de forma permanente en la calidad paisajística.

Durante el desmantelamiento y cierre, la modificación del paisaje se dará por la presencia de maquinaria durante el retiro de las instalaciones.

De acuerdo con la evaluación del paisaje, la calidad visual es **baja**, que corresponde a áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura, asimismo representa una zona con fragilidad paisajística **moderada**, 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 “Significativo”, dado que la infraestructura permanecerá y no se cuenta con medidas que mitiguen totalmente el efecto en la calidad paisajística.

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: acuícola, cuerpo de agua, pastizal cultivado, agricultura de temporal anual, selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja caducifolia y asentamientos humanos.

Con base en estos usos de suelo se considera que existen otras actividades en el **SAR** y **AI** que se encuentran modificando los componentes ambientales evaluados en el presente capítulo, englobados en asentamientos humanos y actividades agropecuarias, 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.

Actividades agropecuarias: aquí se engloban los campos de agricultura, así como los pastizales cultivados e inducidos. Las principales afectaciones que ocasionan son la reducción de la cobertura vegetal original para la creación de los campos de agricultura y pastizales para la ganadería, la alteración de la calidad de suelo por los cultivos que se encuentran dentro del **SAR,** así como por la ganadería. Dichos impactos identificados se suman a los generados por las actividades del **Proyecto** durante la 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.

Así mismo, se asignó el valor de acumulación conforme al criterio de la Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios., 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 componentes ambientales en relación con las actividades presentes en el **SAR**.

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Actividades agropecuarias	Proyecto	Valor
Suelo	Características físicas y químicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	♦	♦	♦	2
	Procesos erosivos	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	♦	♦	♦	2
Aire	Calidad del aire	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦	♦	2
	Nivel de ruido	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦	♦	2
Hidrología superficial	Calidad del agua superficial	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	♦	♦	♦	2
	Escurrimientos	HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento	♦	♦	♦	2
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	♦	♦	♦	2
	Infiltración	HSUB2. Disminución de la infiltración.	♦	♦	♦	2

Componente ambiental	Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Actividades agropecuarias	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	♦	♦	♦	2
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦	♦	2
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦	♦	2
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦	♦	2
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y/o endémicas.	♦	♦	♦	2
Paisaje	Calidad paisajística	PAI1. Afectación de la configuración espacial de la calidad escénica del paisaje.	♦	♦	♦	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 componentes ambientales evaluados, principalmente relacionadas con las actividades de asentamientos humanos y actividades agropecuarias.

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 los criterios de la Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios. 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.

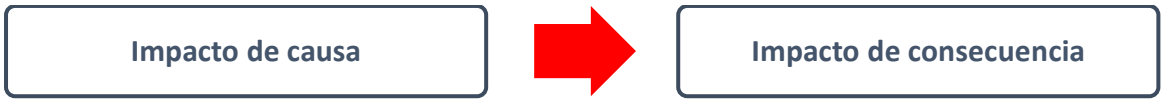
Para identificar dichas interacciones, se procedió a realizar el análisis de la sinergia de los impactos ambientales producidos por el **Proyecto** mediante la metodología de Gómez-Orea y modificada para adaptarse al **Proyecto**:

1. **Identificación de interconexiones de los impactos**: se identifican los impactos que causan otro y los que son consecuencia de otros impactos.
2. **Identificación de grados de sinergia**: se identifica el grado de sinergia que aporta un impacto a otros impactos y el grado de sinergia que recibe un impacto de otros impactos.
3. **Identificación de nivel de influencia y sensibilidad sinérgica**: se identifica la influencia sinérgica que tiene un impacto con el conjunto de los otros impactos y la sensibilidad sinérgica de un impacto para verse reforzado por los demás impactos.
4. **Estandarización:** operaciones matemáticas simples para estandarizar los valores de 0 a 3 correspondiente a los índices utilizados para la valoración del atributo sinergia en la matriz de caracterización de impactos ambientales.

V.5.1. Identificación de interconexiones de los impactos

Para la identificación de interconexiones de los impactos se crea una matriz donde se relacionan los impactos de *causa* (impactos que causan otros impactos*)* y los impactos de *consecuencia* (impactos que son producidos por otros impactos).

Figura V.4. Esquema de impactos causa e impactos consecuencia.



Para crear la matriz de interacción de impactos sinérgicos, se colocan en la columna y fila principales los impactos ambientales que producirá el **Proyecto**: la columna representa los impactos que causan mientras que la fila representa los impactos que reciben (consecuencia).

V.5.2. Identificación de grados de sinergia

Después de identificar la interconexión de los impactos de causa y de consecuencia, se procedió a identificar los dos tipos de grados de sinergia.

- **Grado de aportación de sinergia:** la suma por filas refleja el grado de sinergia que un impacto aporta al resto de los demás impactos. Entre mayor sea el valor significa que el impacto causa más impactos; en caso contrario, entre menor sea el valor quiere decir que el impacto causa pocos impactos.
- **Grado de recibimiento de sinergia:** la suma por columnas refleja el grado de sinergia que recibe del resto de los impactos. Entre mayor sea el valor significa que el impacto es causado por varios impactos; en caso contrario, entre menor sea el valor quiere decir que el impacto es causado por pocos impactos.

A continuación, se presenta la matriz de impactos sinérgicos, donde se registran las interacciones impacto-causa e impacto-consecuencia, así como el grado de aportación y recibimiento de sinergia.

Tabla V.11. Matriz de interacciones de impactos sinérgicos.

Impactos de causan	Impactos de consecuencia														Grado de aportación de sinergia
Clave y denominación del impacto	SUE1	SUE2	AIR1	AIR2	HSUP1	HSUP2	HSUB1	HSUB2	FLO1	FLO2	FAU1	FAU2	FAU3	PAI1	
SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	5
SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
AIR1. Afectación de la calidad del aire.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
AIR2. Modificación del nivel sonoro.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HSUB2. Disminución de la infiltración.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	8
FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grado de recibimiento de sinergia	0	2	2	0	1	2	1	2	0	0	1	4	1	4	

V.5.3. Identificación de nivel de influencia y sensibilidad sinérgica.

Después de la identificación del grado de aportación y recibimiento de sinergia de cada uno de los impactos ambientales, se procede a obtener el nivel de influencia y de sensibilidad de cada impacto.

- **Nivel de influencia sinérgica:** la suma de los valores del grado de aportación y el grado de recibimiento muestra la influencia sinérgica que tiene un impacto con el conjunto de otros impactos. Entre mayor sea el valor significa que el impacto tiene mayor influencia de producir impactos.
- **Nivel de sensibilidad sinérgica:** el valor absoluto de la diferencia de los valores del grado de aportación y el grado de recibimiento expresa la sensibilidad de un impacto para verse reforzado por los demás. Entre mayor sea el valor significa que el impacto es más reforzado por los demás impactos.

Posteriormente, se procede a realizar la estandarización de los valores obtenidos para el nivel de influencia sinérgica, a una escala de 0 a 3, para que guarden congruencia con los criterios de la Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios.Con base en estos datos, en seguida se presenta el valor de sinergia, mismo que es acorde al presentado en la matriz de valoración presentada en el apartado V.3 del presente Capítulo.

Tabla V.10. Valoración de impactos sinérgicos del **Proyecto.**

Clave y denominación del impacto	Grado de recibimiento de sinergia	Grado de aportación de sinergia	Nivel de influencia sinérgica	Nivel de sensibilidad sinérgica	Valor estandarizado (sinergia)	Sinergia (valor cualitativo)
SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	0	5	5	5	**2**	Moderada
SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	2	1	3	1	**1**	Ligera
AIR1. Afectación de la calidad del aire.	2	1	3	1	**1**	Ligera
AIR2. Modificación del nivel sonoro.	0	1	1	1	**1**	Ligera
HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	1	2	0	**1**	Ligera
HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento	2	1	3	1	**1**	Ligera
HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	1	0	1	1	**1**	Ligera
HSUB2. Disminución de la infiltración.	2	0	2	2	**1**	Ligera
FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	0	2	2	2	**1**	Ligera
FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	0	8	8	8	**3**	Fuerte
FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	1	0	1	1	**1**	Ligera
FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	4	0	4	4	**2**	Moderada

Clave y denominación del impacto	Grado de recibimiento de sinergia	Grado de aportación de sinergia	Nivel de influencia sinérgica	Nivel de sensibilidad sinérgica	Valor estandarizado (sinergia)	Sinergia (valor cualitativo)
FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	1	0	1	1	**1**	Ligera
PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.	4	0	4	4	**2**	Moderada

De conformidad con los resultados, se tiene que todos los impactos tienen algún nivel de influencia sinérgica, sin embargo, destaca el impacto FLO2 Disminución de la cobertura vegetal forestal, con un nivel de sinergia fuerte debido a que tiene influencia sobre 8 impactos; seguido de los impactos SUE1, FAU2 y PAI1, dado que, SUE1 tiene influencia sobre 5 impactos, mientras que, FAU2 y PAI1 se ven reforzados o influenciados por 4 impactos.

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, donde los impactos residuales de larga duración serían aquellos que adquiere el valor de 3, correspondientes a los que persisten por más de 1.5 años; así mismo, se tomó en cuenta el valor por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación que adquiere valores de 0 a 3, donde 3 corresponde a si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más.

A partir de ambos valores se identificaron como impactos residuales, aquellos con duración larga, cuyo índice de impacto permanece aún con la asignación del valor de existencia y efectividad de las medidas, como se muestra en la siguiente tabla. Dichos valores son correspondientes con los presentados en la matriz de valoración (Tabla V.8. Valoración de impactos.).

Clave y denominación del impacto	Duración	Eficiencia de las medidas de mitigación	Índice de impacto sin medidas (Ii)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Residual
SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	2	3	0.637	0.000	No
SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	3	3	0.846	0.000	No
AIR1. Afectación de la calidad del aire.	1	2	0.582	0.194	No
AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	0.582	0.194	No

Clave y denominación del impacto	Duración	Eficiencia de las medidas de mitigación	Índice de impacto sin medidas (II)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Residual
HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	2	3	0.697	0.000	No
HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento	3	3	0.894	0.000	No
HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	2	3	0.770	0.000	No
HSUB2. Disminución de la infiltración.	3	3	0.920	0.000	No
FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	3	2	0.894	0.298	Sí
FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	3	3	0.914	0.000	No
FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	3	2	0.894	0.298	Sí
FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	3	1	1.000	0.667	Sí
FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	3	3	0.894	0.000	No
PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.	3	1	0.949	0.633	Sí

Como se observa en la tabla anterior, se identificaron 4 impactos que permanecerán aún con la aplicación de medidas:

- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.

Este impacto es residual dado que, aún con la implementación de medidas de mitigación y compensación, no se podrá recuperar totalmente la estructura de la vegetación actual que resulte afectada.

- FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.

Este impacto permanecerá como un riesgo durante toda la vida útil del Proyecto, principalmente para el grupo de avifauna, por la posible mortandad de individuos debido a la colisión contra los paneles, líneas eléctricas, por electrocución y/o por la incidencia del flujo de calor producido.

- FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.

Impacto que permanecerá debido a la remoción de la vegetación forestal y la presencia de los módulos fotovoltaicos y línea de transmisión, estructuras que modificarán de forma permanente el hábitat para la fauna silvestre que se mueve en el AI.

- PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.

Modificación permanente de la calidad escénica del paisaje por la remoción de la vegetación y la inserción de la infraestructura del Proyecto.

En el caso de los demás impactos, tienen una duración corta o mediana, o bien, las medidas tienen un valor de 3 dado que permitirán prevenir o compensar totalmente el impacto.

V.7. Conclusiones

Se identificaron 16 impactos, de los cuales 14 son negativos y 2 son positivos, estos últimos relacionados con la generación de empleos y la creación de infraestructura de servicios, estos impactos son los siguientes:

- SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.
- SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.
- AIR1. Afectación de la calidad del aire.
- AIR2. Modificación del nivel sonoro.
- HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.
- HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento
- HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.
- HSUB2. Disminución de la infiltración.
- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.
- FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.
- FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
- FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.
- FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.
- PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.
- SOC1. Generación de fuentes de empleo.
- SOC2. Creación de infraestructura de servicios.

De acuerdo con la valoración realizada, como se resume en la siguiente tabla se observó que:

- Bajo el escenario sin medidas de mitigación se observó que, 9 impactos son muy significativos, relacionados con las afectaciones al suelo por incremento de erosión, a la hidrología superficial por modificación de patrones de escurrimiento, a la hidrología subterránea por disminución de la infiltración, así como a la flora, fauna y el paisaje; 3 impactos son significativos, relacionados con la afectación a las características físico-químicas del suelo e hidrología superficial y subterránea; y 2 impactos son moderadamente significativos, relacionados con la calidad del aire y nivel sonoro.
- Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que los valores cambian, obteniéndose que: 10 impactos serán no significativos, 2 serán poco significativos y 2 impactos relacionados con las afectaciones al hábitat de fauna y el paisaje serán significativos, siendo estos los más importantes.

Tabla V.12. Resumen de valoración de los impactos.

Medio	Componente ambiental	Clave	Clave y denominación del impacto	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
Abiótico	Suelo	SUE1	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	-	S	NS
		SUE2	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	-	MMS	NS
	Aire	AIR1	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	-	MS	NS
		AIR2	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	-	MS	NS
	Hidrología superficial	HSUP1	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	-	S	NS
		HSUP2	HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento	-	MMS	NS
	Hidrología subterránea	HSUB1	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	-	S	NS
		HSUB2	HSUB2. Disminución de la infiltración.	-	MMS	NS
Biótico	Flora	FLO1	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	-	MMS	PS
		FLO2	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	-	MMS	NS
	Fauna	FAU1	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	-	MMS	PS
		FAU2	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	-	MMS	S
		FAU3	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	-	MMS	NS
Perceptual	Paisaje	PAI1	PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.	-	MMS	S

Se observa que, todos los impactos son acumulativos con un valor de acumulación de 2, así mismo, se obtuvo que, todos los impactos tienen algún nivel de influencia sinérgica, sin embargo, destaca el impacto FLO2 Disminución de la cobertura vegetal forestal, con un nivel de sinergia fuerte debido a que tiene influencia sobre 8 impactos; seguido de los impactos SUE1, FAU2 y PAI1, dado que, SUE1 tiene influencia sobre 5 impactos, mientras que, FAU2 y PAI1 se ven reforzados o influenciados por 4 impactos. En cuanto a impactos residuales, se identificaron 4 impactos que permanecerán aún con la aplicación de medidas, siendo estos, los de mayor significancia tanto sin medidas como con la implementación de estas:

- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.

Este impacto es residual dado que, aún con la implementación de medidas de mitigación y compensación, no se podrá recuperar totalmente la estructura de la vegetación actual que resulte afectada.

- FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.

Este impacto permanecerá como un riesgo durante toda la vida útil del Proyecto, principalmente para el grupo de avifauna, por la posible mortandad de individuos debido a la colisión contra los paneles, líneas eléctricas, por electrocución y/o por la incidencia del flujo de calor producido.

- FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.

Impacto que permanecerá debido a la remoción de la vegetación forestal y la presencia de los módulos fotovoltaicos y línea de transmisión, estructuras que modificarán de forma permanente el hábitat para la fauna silvestre que se mueve en el AI.

- PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.

Modificación permanente de la calidad escénica del paisaje por la remoción de la vegetación y la inserción de la infraestructura del Proyecto.

En el caso de los demás impactos, tienen una duración corta o mediana, o bien, las medidas tienen un valor de 3 dado que permitirán prevenir o compensar totalmente el impacto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO VI:

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS, RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

PROYECTO:

“PV CHABACANES SOLAR”

PROMOVENTE:

SOLARIG MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.

Solarig

VERSIÓN PÚBLICA. Se elimina la información confidencial con fundamento en los artículos 113 y 118 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ÍNDICE DE CONTENIDO

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional 5

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 14

VI.1.1 Conservación de la calidad atmosférica 15

VI.1.2 Conservación de la calidad del agua y escurrimientos 16

VI.1.3 Conservación de las condiciones edáficas 19

VI.1.4 Conservación de la biodiversidad 22

VI.1.5 Conservación de las condiciones paisajísticas 24

VI.2 Programa de vigilancia ambiental (PVA) 25

VI.2.1 Objetivo general 26

VI.2.2 Objetivos particulares 26

VI.2.3 Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental 27

VI.2.3.1 Meta 27

VI.2.3.2 Alcance 27

VI.2.4 Responsables de la ejecución del PVA 28

VI.2.5 Seguimiento y control de la aplicación del PVA 29

VI.2.6 Reportes de seguimiento 31

VI.2.7 Cronograma 31

VI.2.8 Acciones que integran el PVA 33

VI.2.8.1 Acciones de manejo integral de residuos 33

VI.2.8.2 Acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente 43

VI.2.8.3 Acciones encaminadas al control de erosión de suelos, así como conservación de los patrones de escurrimiento y niveles de infiltración en el AP 44

VI.2.8.4 Acciones de educación ambiental 46

VI.2.8.5 Acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna 49

VI.2.8.6 Colocación de accesorios, sitios de percha y disuasores de aves en la Línea de transmisión y estructuras 62

VI.2.8.7 Programa de reforestación 68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el Proyecto (etapa: PS: preparación del sitio, C: construcción, OM: operación y mantenimiento, DC: desmantelamiento y cierre; naturaleza: A: adverso, B: benéfico). 6

Tabla VI.2. Medidas de mitigación seleccionadas para el Proyecto. 9

Tabla VI.3 Tabla de medidas por impacto..... 12

Tabla VI.4. Descripción de la línea estratégica “Conservación de la calidad atmosférica”. 15

Tabla VI.5 Descripción de la línea estratégica “Conservación de la calidad del agua” 17

Tabla VI.6. Descripción de la línea estratégica “Conservación de las condiciones edáficas”. 20

Tabla VI.7. Descripción de la línea estratégica “Conservación de la biodiversidad”. 22

Tabla VI.8. Descripción de la línea estratégica “Conservación de las condiciones paisajísticas”. 24

Tabla VI.9 Medidas de control, prevención, mitigación y compensación y acciones específicas del PVA en cada una de las etapas del Proyecto. 31

Tabla VI.10 Indicadores de evaluación de las acciones específicas de manejo integral de residuos..... 33

Tabla VI.11. Clasificación de residuos sólidos urbanos (RSU). 35

Tabla VI.12. Clasificación de residuos peligrosos en el Proyecto..... 38

Tabla VI.13. Área para revegetación de herbáceas en el AP. 44

Tabla VI.14 Indicadores de evaluación de las acciones de conservación de suelos. 46

Tabla VI.15. Indicadores de evaluación de las acciones de educación ambiental. 49

Tabla VI.16. Especies de mamíferos y reptiles prioritarias para el rescate. 51

Tabla VI.17. Coordenadas del área propuesta para la reubicación de fauna..... 53

Tabla VI.18: Horarios de mayor actividad de la fauna silvestre 55

Tabla VI.19 Indicadores de evaluación de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna..... 60

Tabla VI.20. Especies de aves registradas en el SAR, AI y AP..... 62

Tabla VI.21. Especies de quirópteros registrados en el SAR, AI y AP. 63

Tabla VI.22. Indicadores de realización y eficacia. 70

ÍNDICE FIGURAS

Figura VI.1. Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental. 30
Figura VI.2. Ejemplo de contenedores y etiquetado para residuos sólidos urbanos para el Proyecto..... 35
Figura VI.3. Ejemplo de contenedores y señalización para residuos peligrosos. 38
Figura VI.4. Sitio propuesto para la reubicación de fauna silvestre. 53
Figura VI.5. Vara lazo para la captura de lagartos de talla pequeña y lagartijas..... 56
Figura VI.6 Captura y contención de culebras y víboras 57
Figura VI.7. Transporte de reptiles para su reubicación 58
Figura VI.8. Trampas para la captura de mastofauna. 59
Figura VI.9. Dispositivos para el desvío de aves en vuelo (1. Aleta 2. Espiral 3. Aspa vertical 4. Aleta)… 64
Figura VI.10. Plataforma artificial de anidación. 65
Figura VI.11. Poste trifásico modificado con aisladores y conductores suspendidos..... 66

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

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 y programas específicos 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.**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De acuerdo con lo descrito en el capítulo IV de la presente **MIA-R**, el **Proyecto** abarca una superficie total de **134.2528 hectáreas**. La mayor parte del área presenta un uso de suelo no forestal, distribuyéndose en **131.0430 hectáreas** de pastizal cultivado y **2.8614 hectáreas** destinadas a actividades agrícolas. No obstante, una pequeña porción, equivalente a **0.3484 hectáreas**, presenta vegetación forestal que será afectada por el desarrollo del **Proyecto**. Por ello, se han propuesto en este estudio medidas de mitigación y compensación. Adicionalmente, la promovente llevará a cabo los estudios necesarios para gestionar y obtener la autorización correspondiente para el cambio de uso de suelo en dicha superficie de vegetación forestal.

Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales realizada en el Capítulo V de esta **MIA-R**, se pronostica la posible ocurrencia de 16 impactos ambientales, de los cuales 14 se reconocen como impactos negativos y dos son positivos (Tabla VI.1), estos se indican en la siguiente tabla.

Tabla VI.1. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el Proyecto (etapa: PS: preparación del sitio, C: construcción, OM: operación y mantenimiento, DC: desmantelamiento y cierre; naturaleza: A: adverso, B: benéfico).

Componente ambiental	Clave	Clave y denominación del impacto	Descripción	Etapa	Naturaleza
Suelo	SUE1	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	**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 en todas las etapas; 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.	PS C OM DC	A
	SUE2	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	**Incremento de la erosión y pérdida de suelo**, derivado de los movimientos de suelos, así como por la remoción de la cobertura vegetal. Durante la etapa operativa se mantendrían los niveles de erosión mayores a los actuales en aquellas áreas que permanezcan como suelo desnudo. Así mismo, posteriormente durante el desmantelamiento y cierre la erosión puede modificarse al quedar expuesto el suelo en tanto se inicie la restauración del sitio.	PS C OM DC	A
Aire	AIR1	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	**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.	PS C OM DC	A
	AIR2	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	**Modificación del nivel sonoro** por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del Proyecto.	PS C DA	A
Hidrología superficial	HSUP1	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	**Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial**, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades y etapas del Proyecto, aunado al relleno de los depósitos de agua artificiales.	PS C OM DC	A

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental	Clave	Clave y denominación del impacto	Descripción	Etapa	Naturaleza
	HSUP2	HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento	**Modificación de los patrones de escurrimiento** por el retiro de la cubierta vegetal, las excavaciones, rellenos, compactación, así como por las cimentaciones y sellamiento de algunas áreas de la superficie, posteriormente por el retiro de las instalaciones, todas estas actividades modificarán el coeficiente de escurrimiento y por lo tanto los patrones de escurrimiento.	PS C DC	A
Hidrología subterránea	HSUB1	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	**Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** por los residuos o sustancias que pudieran generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	PS C OM DC	A
	HSUB2	HSUB2. Disminución de la infiltración.	**Disminución en la infiltración** por la remoción de la cobertura vegetal, y por las diferentes modificaciones en la superficie, que incluyen compactación y sellamiento de algunas áreas.	PS C	A
Flora	FLO1	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	**Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora** silvestre, debido a las acciones de remoción de la vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	PS C	A
	FLO2	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	**Disminución de la cobertura vegetal forestal**, debido a la remoción directa de vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	PS C	A
Fauna	FAU1	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	**Afectación de la abundancia y diversidad de fauna silvestre** por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento 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 la avifauna, por la posible mortandad de individuos debido a la colisión contra los paneles, líneas eléctricas, por electrocución y/o por la incidencia del flujo de calor producido.	PS C OM DC	A
	FAU2	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	**Afectación al hábitat de las especies de fauna**, generado por la remoción de vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, lo que disminuye la disponibilidad de hábitat para la fauna, así como por el ruido generado por el equipo y maquinaria que labore en el sitio, ya que ahuyenta a los individuos de fauna. Así mismo, la presencia de los módulos fotovoltaicos y línea de transmisión modificarán de forma permanente el hábitat para la fauna silvestre que se mueve en el SAR y AI.	PS C OM DC	A
	FAU3	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	**Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y/o endémicas**, en caso de mortandad o daño accidental 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.	PS C OM DC	A
Paisaje	PAI1	PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.	**Afectación de la configuración espacial de la calidad escénica del paisaje** por la remoción de la vegetación y la inserción de la infraestructura del Proyecto, la generación de polvos y presencia de maquinaria, así como por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos durante todas las etapas del Proyecto.	PS C OM DC	A

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental	Clave	Clave y denominación del impacto	Descripción	Etapa	Naturaleza
Socioeconómico	SOC1	SOC1. Generación de fuentes de empleo.	***Generación de fuentes de empleo.** Todas las actividades del Proyecto implican la generación de empleos temporales o permanentes.	PS C OM DC	B
	SOC2	SOC2. Creación de infraestructura de servicios.	***Creación de infraestructura de servicios.**	PS C OM DC	B

En el presente Capítulo se retoma esta relación de impactos, a partir de la cual se llevó 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 14 impactos negativos que fueron identificados.

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, 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.

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- 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.

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, 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 las siguientes tablas, en donde se presentan las medidas seleccionadas por ser aquellas que satisfacen los criterios anteriormente señalados, concluyendo en un conjunto de 29 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
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 ostensibles.
M3	**Colocación de sanitarios portátiles** a razón de 1 letrina por cada 20 trabajadores 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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Medida
	serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitios autorizados.
M4	**Acciones de prevención de derrames de sustancias y combustibles**, consistentes en: • Colocación de material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos. • Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos. • El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit anti-derrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles. Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.
M5	**El almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos** (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), será en tambos metálicos con tapa con capacidad de 200 litros con tapa, los cuales serán retirados periódicamente 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.
M6	**Valorización de residuos**. El personal ambiental contará con personal de apoyo para disponer de los residuos orgánicos en el área donde se elaborará composta, y para realizar la separación de los residuos inorgánicos valorizables tales como cartones, maderas, plásticos, metales y material eléctrico, tales como aquellos provenientes de los mantenimientos de paneles. La separación de los residuos valorizables que sean depositados en centros de recuperación o reciclaje permitirán que uno o más materiales de los residuos puedan ser involucrados en nuevos procesos industriales fuera del área del Proyecto, y con ello disminuir los residuos que serán depositados en sitios de disposición final.
M7	**Medida de urgente aplicación en materia de residuos**. • Recolección de residuos dispersos en las áreas de trabajo. • Manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial como peligrosos cuando estos se encuentren en contacto con sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. • Sanciones administrativas al personal que se sorprenda realizando un manejo y disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
M8	**Recolección y separación de residuos peligrosos**. El personal que se encuentre realizando actividades en el área del Proyecto tendrá la obligación de recolectar los residuos peligrosos que genere y colocarlos en los contenedores ubicados en el sitio; el personal a cargo asignará a una persona con capacitación previa en manejo de residuos peligrosos, para trasladar los contenedores hacia el almacén temporal de residuos, esta acción será diaria de manera obligatoria.
M9	**Acondicionamiento de almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP).** El Proyecto contará con un almacén temporal de residuos peligrosos que cumplirá con las condiciones mínimas establecidas por el reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en materia de residuos peligrosos.
M10	**Se humedecerá el área antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, así como en áreas de terracerías,** con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera.
M11	**Cumplimiento de los límites máximos permisibles de ruido** establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos.
M12	El **personal utilizará accesorios y equipos de protección auditiva** durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, conforme a lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.
M13	**Se establecerán horarios diurnos durante todas las actividades de la obra** y se fijarán límites para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Medida
M14	**Quedará estrictamente prohibido almacenar materiales y residuos de cualquier tipo en áreas próximas a cuerpos de agua y escurrimientos** que se encuentren dentro del Proyecto o próximos a este.
M15	**Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos**, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.
M16	**Rehabilitación de suelos en áreas de maniobras, de trabajos temporales y en el derecho de vía de la línea de transmisión**, efectuando escarificación una vez finalizada la etapa de construcción.
M17	**Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión**, una vez finalizada la etapa de construcción y llevada a cabo la escarificación de las áreas mencionadas.
M18	**Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto**, lo anterior con el fin de evitar afectaciones a componentes fuera del área del Proyecto.
M19	**El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales** (hachas, machetes y motosierras) **y de manera paulatina.**
M20	**Se implementarán acciones de reforestación con especies nativas** de la región en una superficie similar a la superficie forestal que resulte afectada.
M21	**El material vegetal resultante del desmonte durante la preparación del sitio, así como de la poda de vegetación de áreas revegetadas durante la operación y mantenimiento será triturado y dispuesto sobre el suelo como cobertura vegetal**, útil para su protección y mitigación de los procesos erosivos, así como para su reincorporación como materia orgánica (durante la operación se hará la poda de áreas revegetadas para mantenerla como un estrato bajo que no represente un riesgo para la infraestructura eléctrica).
M22	**Ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre**, con énfasis en las que se encuentran en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies de lento desplazamiento.
M23	**En las áreas de circulación interna se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h**, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada y para evitar el levantamiento de partículas de polvo.
M24	**Colocación de accesorios, sitios de percha y disuasores de aves en la Línea de transmisión y estructuras.** • Colocación de dispositivos salvapájaros con el fin de incrementar la visibilidad de los cables de la línea de transmisión para el desvío de aves en vuelo. • En estructuras de la línea de transmisión se colocarán los siguientes accesorios: Disuasores de posada o guardapercha. Disuasores de nidificación. Colocación de plataformas de anidación. Colocación de crucetas y aisladores.
M25	**Colocación de disuasores en el área de paneles solares.** Se colocarán disuasores 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.
M26	**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.
M27	**Control de la iluminación.** Se evitará la iluminación del parque siempre que sea posible, utilizando un régimen nocturno reducido a lo imprescindible, se dispondrán de lámparas que emitan luz con longitudes de onda superiores a los 440 nm[1], para evitar la colisión de fauna voladora nocturna como las aves esteparias, las rapaces y los murciélagos. Así mismo, los puntos de luz nunca serán de tipo globo y se procurará que el tipo empleado no disperse el haz luminoso, el cual debe enfocarse hacia abajo.
M28	**Capacitación y educación ambiental** en materia de manejo de residuos y protección de la biodiversidad, principalmente.

[1] Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Medida
M29	**Se llevará a cabo la limpieza de las áreas de trabajo al concluir cada una de las etapas del Proyecto**, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas.

De las medidas anteriormente señaladas, fueron establecidas para su aplicación de manera transversal en cada uno de los componentes ambientales y del impacto generado, tal y como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla VI.3 Tabla de medidas por impacto.

Componente ambiental	Clave	Clave y denominación del impacto	Medida
Suelo	SUE1	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	M1. Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo. M2. Actividades de inspección físico – mecánica. M3. Colocación de sanitarios portátiles. M4. Acciones de prevención de derrames de sustancias y combustibles. M5. Almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos. M6. Valorización de residuos. M7. Medida de urgente aplicación en materia de residuos. M8. Recolección y separación de residuos peligrosos. M9. Acondicionamiento de almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP). M28. Capacitación y educación ambiental. M29. Se llevará a cabo la limpieza de las áreas de trabajo al concluir cada una de las etapas del Proyecto.
	SUE2	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	M10. Se humedecerá el área antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, así como en áreas de terracerías. M15. Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos. M16. Rehabilitación de suelos en áreas de maniobras, de trabajos temporales y en el derecho de vía de la línea de transmisión. M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión. M19. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales y de manera paulatina. M20. Se implementarán acciones de reforestación con especies nativas. M21. El material vegetal resultante del desmonte durante la preparación del sitio, así como de la poda de vegetación de áreas revegetadas durante la operación y mantenimiento será triturado y dispuesto sobre el suelo como cobertura vegetal.
Aire	AIR1	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	M1. Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo. M2. Actividades de inspección físico – mecánica. M10. Se humedecerá el área antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, así como en áreas de terracerías. M15. Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos. M23. En las áreas de circulación interna se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h. M28. Capacitación y educación ambiental.
	AIR2	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	M1. Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo. M2. Actividades de inspección físico – mecánica. M11. Cumplimiento de los límites máximos permisibles de ruido. M12. El personal utilizará accesorios y equipos de protección auditiva. M13. Se establecerán horarios diurnos durante todas las actividades de la obra y se fijarán límites para las actividades que generan ruido. M28. Capacitación y educación ambiental.
Hidrología superficial	HSUP1	HSUP1. Afectación a las características	M1. Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo. M2. Actividades de inspección físico – mecánica.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental	Clave	Clave y denominación del impacto	Medida
		fisicoquímicas (calidad) del agua superficial	M3. Colocación de sanitarios portátiles. M4. Acciones de prevención de derrames de sustancias y combustibles. M5. Almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos. M6. Valorización de residuos. M7. Medida de urgente aplicación en materia de residuos. M8. Recolección y separación de residuos peligrosos. M9. Acondicionamiento de almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP). M14. Quedará estrictamente prohibido almacenar materiales y residuos de cualquier tipo en áreas próximas a cuerpos de agua y escurrimientos. M15. Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos. M18. Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto. M28. Capacitación y educación ambiental. M29. Se llevará a cabo la limpieza de las áreas de trabajo al concluir cada una de las etapas del Proyecto.
	HSUP2	HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento.	M16. Rehabilitación de suelos en áreas de maniobras, de trabajos temporales y en el derecho de vía de la línea de transmisión. M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión. M18. Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto. M21. El material vegetal resultante del desmonte durante la preparación del sitio, así como de la poda de vegetación de áreas revegetadas durante la operación y mantenimiento será triturado y dispuesto sobre el suelo como cobertura vegetal.
Hidrología subterránea	HSUB1	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	M1. Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo. M2. Actividades de inspección físico – mecánica. M3. Colocación de sanitarios portátiles. M4. Acciones de prevención de derrames de sustancias y combustibles. M5. Almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos. M7. Medida de urgente aplicación en materia de residuos. M8. Recolección y separación de residuos peligrosos. M9. Acondicionamiento de almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP). M18. Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto. M29. Se llevará a cabo la limpieza de las áreas de trabajo al concluir cada una de las etapas del Proyecto.
	HSUB2	HSUB2. Disminución de la infiltración.	M16. Rehabilitación de suelos en áreas de maniobras, de trabajos temporales y en el derecho de vía de la línea de transmisión. M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión. M18. Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto. M19. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina. M20. Se implementarán acciones de reforestación con especies nativas. M21. El material vegetal resultante del desmonte durante la preparación del sitio, así como de la poda de vegetación de áreas revegetadas durante la operación y mantenimiento será triturado y dispuesto sobre el suelo como cobertura vegetal.
Flora	FLO1	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión. M20. Se implementarán acciones de reforestación con especies nativas. M28. Capacitación y educación ambiental.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental	Clave	Clave y denominación del impacto	Medida
	FLO2	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión. M18. Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto. M20. Se implementarán acciones de reforestación con especies nativas. M28. Capacitación y educación ambiental.
Fauna	FAU1	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	M22. Ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre. M23. En las áreas de circulación interna se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h. M24. Colocación de accesorios, sitios de percha y disuasores de aves en la Línea de transmisión y estructuras. M25. Colocación de disuasores en el área de paneles solares. M26. Señalización del vallado mediante balizas anti colisión fluorescentes y reflectantes. M28. Capacitación y educación ambiental.
	FAU2	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	M13. Se establecerán horarios diurnos durante todas las actividades de la obra y se fijarán límites para las actividades que generan ruido. M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión. M18. Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto. M19. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales y de manera paulatina. M20. Se implementarán acciones de reforestación con especies nativas. M24. Colocación de accesorios, sitios de percha y disuasores de aves en la Línea de transmisión y estructuras. M25. Colocación de disuasores en el área de paneles solares. M26. Señalización del vallado mediante balizas anti colisión fluorescentes y reflectantes. M27. Control de la iluminación.
	FAU3	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	M22. Ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre. M23. En las áreas de circulación interna se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h. M24. Colocación de accesorios, sitios de percha y disuasores de aves en la Línea de transmisión y estructuras. M25. Colocación de disuasores en el área de paneles solares. M26. Señalización del vallado mediante balizas anti colisión fluorescentes y reflectantes. M28. Capacitación y educación ambiental.
Paisaje	PAI1	PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.	M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión. M29. Se llevará a cabo la limpieza de las áreas de trabajo al concluir cada una de las etapas del Proyecto.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Una vez concluido el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones aplicables al **Proyecto**, éstas se agruparon de acuerdo con lineamientos de acción y al componente en el que inciden

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 superficial y subterránea;
3. Conservación de las condiciones edáficas;
4. Conservación de la biodiversidad;
5. Conservación de las condiciones paisajísticas.

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 componentes y factor 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.1.1 Conservación de la calidad atmosférica

Como parte de las actividades que se realizarán 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 levantarse partículas edáficas o bien por el incremento en los niveles sonoros; razón por la cual se plantea esta estrategia.

Tabla VI.4. Descripción de la línea estratégica “Conservación de la calidad atmosférica”.

Estrategia 1	**Conservación de la calidad atmosférica**		
Impacto que atiende:	• AIR1. Afectación de la calidad del aire. • AIR2. Modificación del nivel sonoro.		
Componente ambiental:	Aire	**Factor ambiental:**	Calidad Nivel sonoro
Descripción de la 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; se propone humedecer las áreas con riegos antes de trabajar con movimientos de tierras, cubrir el suelo extraído para evitar su dispersión y así controlar la generación y emisiones de partículas a la atmósfera, así como fijar límites de velocidad para vehículos que circulen por terracerías, para evitar el levantamiento de polvos.		

[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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia 1	Conservación de la calidad atmosférica		
	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. 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 de emisiones atmosféricas y ruido, con respecto al ruido, también se establecerán horarios de trabajo diurnos y se fijarán periodos limitados para aquellas actividades que generan altos niveles de ruido. 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. Finalmente, se considera la capacitación y educación ambiental del personal en donde se aborden temas de prevención y mitigación de las emisiones atmosféricas y ruido durante la ejecución del proyecto, especialmente, durante la construcción.		
Medida:	**Nombre y clave de la medida**	**Tipo de medida**	**Etapa de implementación**
	M1. Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M2. Actividades de inspección físico – mecánica.	Preventiva	PS, C, DC
	M10. Se humedecerá el área antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, así como en áreas de terracerías.	Mitigación	PS, C, DC
	M11. Cumplimiento de los límites máximos permisibles de ruido.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M12. El personal utilizará accesorios y equipos de protección auditiva.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M13. Se establecerán horarios diurnos durante todas las actividades de la obra y se fijarán límites para las actividades que generan ruido.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M15. Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos.	Preventiva	PS, C, DC
	M23. En las áreas de circulación interna se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M28. Capacitación y educación ambiental.	Preventiva	PS, C, OM, DC

VI.1.2 Conservación de la calidad del agua y escurrimientos

Esta estrategia se encuentra encaminada a la "Conservación de la calidad hidrológica", 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 los patrones de escurrimiento por las modificaciones de la superficie. Es preciso reiterar que en el **AP** solo se registran 8 corrientes de tipo intermitente de orden 1 y 2 con una longitud de 0.53 km. Asimismo, se señala que en el **AI** y **AP** **no se presentan escurrimientos de tipo Perenne**, destacando que **los cuerpos de agua identificados mediante los recorridos de campo**, así como imágenes satelitales (Google Earth), **no se clasifican como cuerpos de agua nacionales ni están sujetos a la jurisdicción de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), debido a que consisten en depósitos artificiales construidos para fines agrícolas.**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Con el fin de garantizar la disponibilidad, funcionalidad y calidad del recurso hídrico almacenado en los depósitos de agua artificiales destinados al uso agrícola, se proponen lo siguiente:

El objetivo principal de esta estrategia es mantener la calidad del agua superficial y subterránea, así como el patrón de infiltración y escurrimientos, 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**, así como la implementación de medidas de revegetación y reforestación que permitan mantener los niveles de escurrimiento e infiltración similares a los actuales.

Tabla VI.5 Descripción de la línea estratégica “Conservación de la calidad del agua”

Estrategia 2	**Conservación de la calidad del agua**		
Impacto que atiende:	• HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial • HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento. • HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea. • HSUB2. Disminución de la infiltración.		
Componente ambiental:	Hidrología superficial Hidrología subterránea	**Factor ambiental:**	Calidad del agua superficial Patrón de escurrimientos Calidad del agua subterránea Infiltración
Descripción de la estrategia:	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 suelo y agua, no solo en el AP sino 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. 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 serán generadas estarán a cargo de una empresa debidamente acreditada para el manejo, traslado y disposición de estas, la capacitación al personal para la clasificación y manejo de los residuos y su correcta disposición en contenedores específicos para cada tipo de residuo. La valorización de residuos permitirá disminuir el volumen de residuos que serán trasladados a sitios de disposición final, así mismo, su adecuado manejo prevendrá una incorrecta disposición que derive en afectaciones al suelo e hidrología superficial y subterránea. Mantener cubierto el suelo extraído y controlar su posible dispersión también será importante para evitar su arrastre a los depósitos de agua cercanos, por efecto hídrico. La capacitación constante al personal de obra ayudará a reducir la probabilidad de incidentes que provoquen el deterioro en la calidad del suelo y 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. Por lo que se refiere a la modificación del patrón de escurrimientos y los niveles de infiltración de agua		

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

<table>
<tr><th>Estrategia 2</th><th>Conservación de la calidad del agua</th></tr>
<tr><td></td><td>
se propone que, una vez finalizada la etapa de construcción, se favorezca la revegetación, principalmente de herbáceas en las áreas de maniobras, módulos, área de trabajos temporales y DDV de la línea de transmisión, las cuales suman una superficie de 130.0448 ha (estas se muestran en la siguiente tabla), con lo cual también se contribuirá a reducir el posible incremento de erosión hídrica y eólica en el sitio de establecimiento del Proyecto.

<table>
<tr><th>Componente</th><th>Afectación</th><th>Sellamiento</th><th>Superficie en Ha</th></tr>
<tr><td>Área de maniobras</td><td>Temporal</td><td>Sin sellamiento</td><td>21.7861</td></tr>
<tr><td>Área de módulos</td><td>Permanente</td><td>Sin sellamiento</td><td>97.8514</td></tr>
<tr><td>Área de trabajos temporales</td><td>Temporal</td><td>Sin sellamiento</td><td>1.3421</td></tr>
<tr><td>DDV Línea de transmisión</td><td>Permanente</td><td>Sin sellamiento</td><td>9.0652</td></tr>
<tr><td colspan="3">Total general</td><td>130.0448</td></tr>
</table>

Conforme a las estimaciones presentadas en el Anexo IV.4 se obtuvo que, con la implementación de medidas se obtendrá un balance hídrico similar a como se encuentra actualmente el área por afectar del Proyecto, con una infiltración del 12%, como se resume en la siguiente tabla.

<table>
<tr><th rowspan="2">Variable</th><th colspan="2">Actual</th><th colspan="2">Remover vegetación</th><th colspan="2">Con medidas</th></tr>
<tr><th>Volumen en m³</th><th>%</th><th>Volumen en m³</th><th>%</th><th>Volumen en m³</th><th>%</th></tr>
<tr><td>Precipitación AP</td><td>412,156.10</td><td>100%</td><td>412,156.10</td><td>100%</td><td>399,237.54</td><td>100%</td></tr>
<tr><td>Evapotranspiración (Et)</td><td>334,948.73</td><td>81%</td><td>334,948.73</td><td>81%</td><td>324,450.15</td><td>81%</td></tr>
<tr><td>Escurrimiento (Es)</td><td>27,716.84</td><td>7%</td><td>36,393.38</td><td>9%</td><td>26,685.04</td><td>7%</td></tr>
<tr><td>Infiltración (I) AP</td><td>49,490.52</td><td>12%</td><td>40,813.98</td><td>10%</td><td>48,102.35</td><td>12%</td></tr>
<tr><td>BH AP</td><td>0.00</td><td>0%</td><td>0.00</td><td>0%</td><td>0.00</td><td>0%</td></tr>
</table>

Adicionalmente, en el área de reforestación de 0.3484 ha también se incrementará la infiltración, dado que actualmente presenta un uso de suelo de pastizal, en donde conforme a los cálculos presentados en el Anexo IV.4

Por otro lado, también es posible emplear cobertura vegetal muerta para protección del suelo, la cual provendrá del material resultante del desmonte durante la preparación del sitio y podas durante la operación, material que será triturado para su incorporación al suelo y servirá de protección para disminuir los coeficientes de escurrimiento y favorecer la infiltración.

Es importante llevar a cabo un desmonte programado, de manera que se realice gradualmente conforme al avance de la obra, evitando la presencia de suelos desnudos, esto permitirá disminuir la exposición del suelo y mitigar la disminución de la infiltración.

Al término de las actividades se limpiarán las áreas de trabajo, dejándolas libres de residuos y materiales que pudieran representar un riesgo de contaminación para cuerpos de agua cercanos o el mismo suelo.

Al finalizar la etapa de desmantelamiento y cierre, se permitirá y promoverá la revegetación natural en el sitio abandonado, aunado a la implementación de acciones de reforestación como medida compensatoria que permita mantener los niveles de infiltración actuales en el SAR.
</td></tr>
<tr><td>Medida:</td><td>
<table>
<tr><th>Nombre y clave de la medida</th><th>Tipo de medida</th><th>Etapa de implementación</th></tr>
<tr><td>M1. Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo.</td><td>Mitigación</td><td>PS, C, OM, DC</td></tr>
<tr><td>M2. Actividades de inspección físico – mecánica.</td><td>Prevención</td><td>PS, C, DC</td></tr>
<tr><td>M3. Colocación de sanitarios portátiles.</td><td>Prevención</td><td>PS, C, DC</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia 2	Conservación de la calidad del agua		
	M4. Acciones de prevención de derrames de sustancias y combustibles.	Prevención	PS, C, DC
	M5. Almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos.	Prevención	PS, C, OM, DC
	M6. Valorización de residuos.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M7. Medida de urgente aplicación en materia de residuos.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M8. Recolección y separación de residuos peligrosos.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M9. Acondicionamiento de almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP).	Prevención	PS, C, OM, DC
	M14. Quedará estrictamente prohibido almacenar materiales y residuos de cualquier tipo en áreas próximas a cuerpos de agua y escurrimientos.	Prevención	PS, C, OM, DC
	M15. Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos.	Prevención	PS, C, DC
	M16. Rehabilitación de suelos en áreas de maniobras, de trabajos temporales y en el derecho de vía de la línea de transmisión.	Mitigación	OM
	M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión.	Mitigación	OM
	M18. Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto.	Prevención	PS
	M19. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina.	Mitigación	PS
	M20. Se implementarán acciones de reforestación con especies nativas.	Compensación	PS, C, OM
	M21. El material vegetal resultante del desmonte durante la preparación del sitio, así como de la poda de vegetación de áreas revegetadas durante la operación y mantenimiento será triturado y dispuesto sobre el suelo como cobertura vegetal.	Mitigación	PS, OM
	M28. Capacitación y educación ambiental.	Prevención	PS, C, OM, DC
	M29. Se llevará a cabo la limpieza de las áreas de trabajo al concluir cada una de las etapas del Proyecto.	Mitigación	PS, C, OM, DC

VI.1.3 Conservación de las condiciones edáficas

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 (T0) establecida en el capítulo IV.

Asimismo, en esta estrategia se incluyen las medidas que evitarán afectaciones a las zonas adyacentes, debido a la remoción de vegetación forestal, el tránsito vehicular, de personal o de maquinaria, que pudieran ocasionar un incremento en la susceptibilidad de erosión o bien propiciar la contaminación del

s un despacho adherido al Pacto
al de las Naciones Unidas

suelo; por lo que, se identificaron medidas encaminadas a evitar, disminuir o compensar estas alteraciones durante las distintas etapas del **Proyecto**.

Tabla VI.6. Descripción de la línea estratégica “Conservación de las condiciones edáficas”.

Estrategia 3	**Conservación de las condiciones edáficas**		
Impacto que atiende:	• SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo. • SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		
Componente ambiental:	Suelo	**Factor ambiental:**	Características fisicoquímicas Procesos erosivos
Descripción de la estrategia:	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 afectaciones al suelo y a la hidrología, el mantenimiento y limpieza de éstos estará a cargo de empresas acreditadas, quienes se encargarán 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 almacenados temporalmente en un almacén temporal de residuos peligrosos, posteriormente serán trasladados y dispuestos a través de una empresa que cuente con las autorizaciones correspondientes. La valorización de residuos permitirá disminuir el volumen de residuos que serán trasladados a sitios de disposición final, así mismo, su adecuado manejo prevendrá una incorrecta disposición que derive en afectaciones al suelo e hidrología superficial y subterránea. Para mitigar el impacto de susceptibilidad de erosión se propone que, una vez finalizada la etapa de construcción, se favorezca la revegetación, principalmente de herbáceas, en las áreas de maniobras, módulos, área de trabajos temporales y DDV de la línea de transmisión, las cuales suman una superficie de 130.0448 ha; asimismo, se llevarán a cabo acciones de reforestación con especies nativas en una superficie similar a la superficie forestal que resultará afectada. Conforme a las estimaciones presentadas en el Anexo IV.4 y Capítulo IV de la presente MIA-R se obtuvo que, la tasa de erosión hídrica en condiciones actuales es de 0.92 ton/ha/año, una vez removida la vegetación será de 25.02 ton/ha/año, mientras que, con la implementación de las ha/año, medidas de revegetación en la superficie de 134.2528 ha la tasa disminuirá a 0.50 ton/año, la cual será incluso menor a como se encuentra en condiciones actuales, asimismo; la tasa de erosión eólica en condiciones actuales es de 2.03 ton/ha/año, una vez removida la vegetación será de 6.52 ton/ha/año, mientras que, con la implementación de las medidas de revegetación pasará a 1.79 ton/ha/año; por lo tanto, se considera que esta medida es efectiva para mitigar el efecto erosivo en la mayor parte del área por afectar, es decir, en 134.2528 ha que resultarán afectadas. También es posible emplear cobertura vegetal muerta para protección del suelo, la cual provendrá del material resultante del desmonte duranta la preparación del sitio y podas durante la operación, material que será triturado para su incorporación al suelo. Mantener cubierto el suelo extraído será importante para controlar su posible dispersión por efecto hídrico y eólico. En conjunto estas medidas son eficientes considerando que la presencia de una cobertura vegetal no solo protege el		

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

<table>
<tr><th>Estrategia 3</th><th colspan="3">Conservación de las condiciones edáficas</th></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">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.

Adicionalmente, 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 erosión por efectos eólicos.

Es importante llevar a cabo un desmonte programado, de manera que se realice gradualmente conforme al avance de la obra, evitando la presencia de suelos desnudos, esto permitirá disminuir la exposición del suelo y mitigar su erosión.

Al término de las actividades se limpiarán las áreas de trabajo, dejándolas libres de residuos y materiales que pudieran representar un riesgo de contaminación para cuerpos de agua cercanos o el suelo.

La capacitación constante al personal de obra ayudará a reducir la probabilidad de incidentes que provoquen el deterioro en la calidad del suelo y agua.</td></tr>
<tr><td rowspan="17">Medida</td><td>Nombre y clave de la medida</td><td>Tipo de medida</td><td>Etapa de implementación</td></tr>
<tr><td>M1. Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo.</td><td>Mitigación</td><td>PS, C, OM, DC</td></tr>
<tr><td>M2. Actividades de inspección físico – mecánica.</td><td>Prevención</td><td>PS, C, DC</td></tr>
<tr><td>M3. Colocación de sanitarios portátiles.</td><td>Prevención</td><td>PS, C, DC</td></tr>
<tr><td>M4. Acciones de prevención de derrames de sustancias y combustibles.</td><td>Prevención</td><td>PS, C, DC</td></tr>
<tr><td>M5. Almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos.</td><td>Prevención</td><td>PS, C, OM, DC</td></tr>
<tr><td>M6. Valorización de residuos.</td><td>Mitigación</td><td>PS, C, OM, DC</td></tr>
<tr><td>M7. Medida de urgente aplicación en materia de residuos.</td><td>Mitigación</td><td>PS, C, OM, DC</td></tr>
<tr><td>M8. Recolección y separación de residuos peligrosos.</td><td>Mitigación</td><td>PS, C, OM, DC</td></tr>
<tr><td>M9. Acondicionamiento de almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP).</td><td>Prevención</td><td>PS, C, OM, DC</td></tr>
<tr><td>M10. Se humedecerá el área antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, así como en áreas de terracerías.</td><td>Mitigación</td><td>PS, C, DC</td></tr>
<tr><td>M15. Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos.</td><td>Prevención</td><td>PS, C, DC</td></tr>
<tr><td>M16. Rehabilitación de suelos en áreas de maniobras, de trabajos temporales y en el derecho de vía de la línea de transmisión.</td><td>Mitigación</td><td>OM</td></tr>
<tr><td>M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión.</td><td>Mitigación</td><td>OM</td></tr>
<tr><td>M18. Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto.</td><td>Prevención</td><td>PS</td></tr>
<tr><td>M19. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales y de manera paulatina.</td><td>Mitigación</td><td>PS</td></tr>
<tr><td>M20. Se implementarán acciones de reforestación con especies nativas.</td><td>Compensación</td><td>PS, C, OM</td></tr>
</table>

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia 3	Conservación de las condiciones edáficas		
	M21. El material vegetal resultante del desmonte durante la preparación del sitio, así como de la poda de vegetación de áreas revegetadas durante la operación y mantenimiento será triturado y dispuesto sobre el suelo como cobertura vegetal.	Mitigación	PS, OM
	M28. Capacitación y educación ambiental.	Prevención	PS, C, OM, DC
	M29. Se llevará a cabo la limpieza de las áreas de trabajo al concluir cada una de las etapas del Proyecto.	Mitigación	PS, C, OM, DC

VI.1.4 Conservación de la 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.

Tabla VI.7. Descripción de la línea estratégica “Conservación de la biodiversidad”.

Estrategia 4	Conservación de los indicadores de biodiversidad		
Impacto que atiende:	• FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre. • FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal. • FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre. • FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna. • FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.		
Componente ambiental	Fauna Flora	**Factor ambiental**	Abundancia y diversidad Cobertura vegetal forestal Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas Hábitat
Descripción de la estrategia:	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. Asimismo, se prohibirá al personal que labore en las actividades del Proyecto, a no colectar, cazar, extraer y deñar ejemplares tanto de flora como de fauna, y se instalarán letreros alusivos a dichas prohibiciones, dicha información será proporcionada en las pláticas y cursos de capacitación del personal. Con la finalidad de no causar afectaciones a individuos silvestres, se conformarán brigadas que se encargarán de realizar las actividades de ahuyentamiento, así como de rescate y reubicación de fauna 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 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 la fauna, además del conocimiento de las especies rescatadas y la adecuada selección de los sitios de		

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia 4	Conservación de los indicadores de biodiversidad
	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. Como medida de compensación por la afectación al hábitat de la fauna silvestre se llevará a cabo la reforestación en una superficie forestal similar a la afectada por el Proyecto. Así mismo, 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, esto permitirá la recuperación de hábitats para la fauna silvestre, principalmente en el DDV de la línea de transmisión. Con relación a lo anterior y al impacto sobre la diversidad y abundancia de flora, es importante señalar que se considera como medida la reforestación con la mayor diversidad de especies posible del estrato arbóreo, lo cual permitirá un establecimiento exitoso del área por reforestar, se señala que no fueron consideradas acciones de rescate y reubicación de ejemplares de flora, dado que, conforme a los recorridos y muestreos realizados no se detectaron ejemplares susceptibles de rescate, dado que no se tienen especies en riesgo, así mismo, en el caso de las especies arbóreas estas presentan alturas mayores a 1 m, lo cual disminuye su probabilidad de sobrevivencia a un trasplante, sin embargo, en los 3 estratos se registraron especies de amplia distribución, cuya recuperación puede ser más viable por medio de la reforestación, lo cual dará lugar a la sucesión de la vegetación en esa área, permitiendo la aparición de otras especies de manera natural. Como medida precautoria se considerará la delimitación de las áreas de trabajo para evitar afectaciones a la vegetación de las áreas de protección, así mismo, el desmonte y despalme se realizarán de manera gradual para permitir el desplazamiento paulatino de la fauna que pudiera estar presente en esas áreas, en este mismo sentido, como medida de mitigación se establecerán horarios diurnos y límites para aquella actividades generadoras de ruido, medida que permita mitigar el efecto sobre la afectación de hábitats adyacentes al Proyecto o aquellas áreas de conservación. Para la atención de los impactos sobre el hábitat, abundancia y diversidad de fauna voladora se colocarán accesorios, sitios de percha y disuasores de aves en la Línea de transmisión y estructuras. • Disuasores de posada o guardapercha. • Disuasores de nidificación. • Colocación de plataformas de anidación. • Colocación de crucetas y aisladores. • Colocación de disuasores en el área de paneles solares y en vallado. Asimismo, se colocarán disuasores 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. Asimismo, se evitará la iluminación del parque siempre que sea posible, utilizando un régimen

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia 4	Conservación de los indicadores de biodiversidad		
	nocturno reducido a lo imprescindible, se dispondrán de lámparas que emitan luz con longitudes de onda superiores a los 440 nm, para evitar la colisión de fauna voladora nocturna como las aves esteparias, las rapaces y los murciélagos. Así mismo, los puntos de luz nunca serán de tipo globo y se procurará que el tipo empleado no disperse el haz luminoso, el cual debe enfocarse hacia abajo.		
Medida:	**Nombre y clave de la medida**	**Tipo de medida**	**Etapa de implementación**
	M13. Se establecerán horarios diurnos durante todas las actividades de la obra y se fijarán límites para las actividades que generan ruido.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión.	Mitigación	OM
	M18. Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto.	Prevención	PS
	M19. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales y de manera paulatina.	Mitigación	PS
	M20. Se implementarán acciones de reforestación con especies nativas.	Compensación	PS, C, OM
	M22. Ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre.	Prevención	PS, C, OM, DC
	M23. En las áreas de circulación interna se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M24. Colocación de accesorios, sitios de percha y disuasores de aves en la Línea de transmisión y estructuras.	Mitigación	C, OM
	M25. Colocación de disuasores en el área de paneles solares.	Mitigación	C, OM
	M26. Señalización del vallado mediante balizas anti colisión fluorescentes y reflectantes.	Mitigación	C, OM
	M27. Control de la iluminación.	Mitigación	C, OM
	M28. Capacitación y educación ambiental.	Prevención	PS, C, OM, DC

VI.1.5 Conservación de las condiciones paisajísticas

La estrategia descrita en este apartado está diseñada para la conservación de las condiciones paisajísticas, toda vez que este factor puede verse afectado por un impacto ambiental adverso identificado.

Tabla VI.8. Descripción de la línea estratégica “Conservación de las condiciones paisajísticas”.

Estrategia 5	Conservación de las condiciones paisajísticas		
Impacto que atiende:	• Afectación de la configuración espacial de la calidad escénica del paisaje		
Componente ambiental	Paisaje	**Factor ambiental**	Calidad paisajística
Descripción de la estrategia:	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, por lo cual se delimitarán las áreas de trabajo, con esto se pretende no impactar áreas que aún conserven vegetación forestal, específicamente las áreas de conservación. Asimismo, con la implementación de las acciones específicas enfocadas al manejo integral de residuos voluminosos y su disminución a través de su valorización, se evitará que los materiales de construcción y los residuos generados (RSU, RP y RME)		

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estrategia 5	Conservación de las condiciones paisajísticas		
	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, así mismo, se realizará el retiro de la maquinaria y materiales una vez finalizada la etapa de construcción. 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. Dentro del área del Proyecto, principalmente en área de paneles solares y DDV de la línea de transmisión se favorecerá la revegetación de herbáceas, lo cual permitirá mitigar parcialmente la afectación a la calidad del paisaje por la pérdida de cobertura vegetal.		
Medida:	**Nombre y clave de la medida**	**Tipo de medida**	**Etapa de implementación**
	M3. Colocación de sanitarios portátiles.	Prevención	PS, C, DC
	M5. Almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos.	Prevención	PS, C, OM, DC
	M6. Valorización de residuos.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M8. Recolección y separación de residuos peligrosos.	Mitigación	PS, C, OM, DC
	M9. Acondicionamiento de almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP).	Prevención	PS, C, OM, DC
	M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión.	Mitigación	OM
	M18. Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto.	Prevención	PS
	M28. Capacitación y educación ambiental.	Prevención	PS, C, OM, DC
	M29. Se llevará a cabo la limpieza de las áreas de trabajo al concluir cada una de las etapas del Proyecto.	Mitigación	PS, C, OM, DC

Todas estas acciones forman parte del Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA),** el cual se presenta en el siguiente apartado, en donde se describen aquellas medidas que requieren mayor detalle de su implementación, así como los indicadores de realización y eficacia.

VI.2 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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 presente **PVA** que integra las acciones específicas señaladas en las tablas anteriores, las cuales se agruparon de la siguiente manera:

1. Acciones de manejo integral de residuos.
2. Acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente.
3. Acciones encaminadas al control de erosión de suelos, así como conservación de los patrones de escurrimiento y niveles de infiltración.
4. Acciones de educación ambiental.
5. Acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
6. Colocación de accesorios, sitios de percha, y disuasores de aves en la línea de transmisión y estructuras.
7. Programa de reforestación (**Anexo VI.1**)

VI.2.1 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.2.2 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;

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- 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.2.3 Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental

VI.2.3.1 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 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 y legislación ambientales 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.
- Lograr un porcentaje de cumplimiento de las acciones propuestas para el rescate y reubicación de fauna silvestre con un umbral mínimo del 90%.

VI.2.3.2 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 estas y evidenciando la evolución que presenta la calidad del ecosistema en el sitio donde se pretende la realización del **Proyecto**. Además, se cuantifican

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.2.4 Responsables de la ejecución del PVA

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 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.2.5 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 construcciones, 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).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En el caso de la resolución de contingencias ambientales que pudieran detectarse durante la inspección, éstas deberán siempre resolverse.

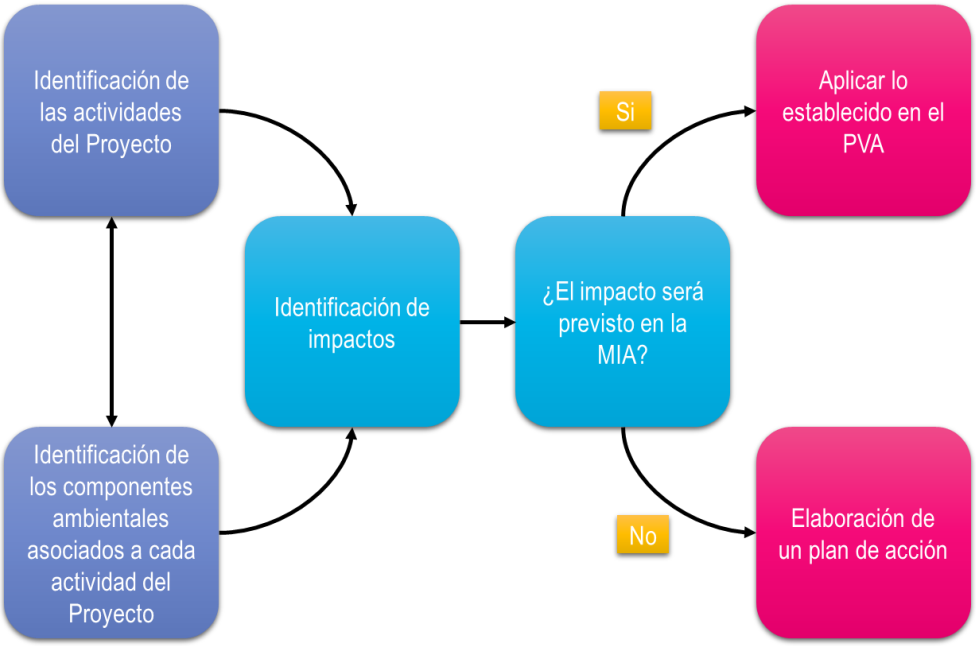
Las reincidencias en incumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación deberán ser nulas, de no ser así, deberán ejecutar medidas de restauración y compensación y se revisarán la aplicación de las acciones específicas incluidas en el **PVA**, con el fin de detectar fallas en su aplicación 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 más adelante.

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.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI.2.6 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 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.2.7 Cronograma

En la siguiente tabla se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en las acciones específicas de la **MIA-R** para las diferentes etapas del **Proyecto**, cuya periodicidad es de 5 años para llevar a cabo la preparación del sitio y construcción, 30 años para realizar la operación y mantenimiento, así como un año para ejecutar el desmantelamiento y cierre.

Tabla VI.9 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; OM: Operación y Mantenimiento; DC: Desmantelamiento y cierre.

Medida	PS	C	OM	DC
M1. Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo.				
M2. Actividades de inspección físico – mecánica.				
M3. Colocación de sanitarios portátiles.				
M4. Acciones de prevención de derrames de sustancias y combustibles.				
M5. Almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos.				
M6. Valorización de residuos.				

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medida	PS	C	OM	DC
M7. Medida de urgente aplicación en materia de residuos.				
M8. Recolección y separación de residuos peligrosos.				
M9. Acondicionamiento de almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP).				
M10. Se humedecerá el área antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, así como en áreas de terracerías.				
M11. Cumplimiento de los límites máximos permisibles de ruido.				
M12. El personal utilizará accesorios y equipos de protección auditiva.				
M13. Se establecerán horarios diurnos durante todas las actividades de la obra y se fijarán límites para las actividades que generan ruido.				
M14. Quedará estrictamente prohibido almacenar materiales y residuos de cualquier tipo en áreas próximas a cuerpos de agua y escurrimientos.				
M15. Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos.				
M16. Rehabilitación de suelos en áreas de maniobras, de trabajos temporales y en el derecho de vía de la línea de transmisión.				
M17. Se permitirá la regeneración natural de vegetación herbácea nativa en áreas de módulos, área de maniobras, área de trabajos temporales, así como en el derecho de vía de la línea de transmisión.				
M18. Delimitación física de las áreas en donde se ejecutará el desmonte, despalme y construcción del Proyecto.				
M19. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales y de manera paulatina.				
M20. Se implementarán acciones de reforestación con especies nativas.				
M21. El material vegetal resultante del desmonte durante la preparación del sitio, así como de la poda de vegetación de áreas revegetadas durante la operación y mantenimiento será triturado y dispuesto sobre el suelo como cobertura vegetal.				
M22. Ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre.				
M23. En las áreas de circulación interna se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h.				
M24. Colocación de accesorios, sitios de percha y disuasores de aves en la Línea de transmisión y estructuras.				
M25. Colocación de disuasores en el área de paneles solares.				
M26. Señalización del vallado mediante balizas anti colisión fluorescentes y reflectantes.				
M27. Control de la iluminación.				

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medida	PS	C	OM	DC
M28. Capacitación y educación ambiental.				
M29. Se llevará a cabo la limpieza de las áreas de trabajo al concluir cada una de las etapas del Proyecto.				

VI.2.8 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, 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 los siguientes grupos de acciones por implementar.

VI.2.8.1 Acciones de manejo integral de residuos

Las acciones específicas para el manejo integral de residuos están orientadas 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.10 Indicadores de evaluación de las acciones específicas de manejo integral de residuos

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de capacitaciones realizadas por etapa (% PC)	$\% PC = \left(\frac{N° \ de \ pláticas \ realizadas}{N° \ de \ pláticas \ propuestas}\right) * 100$	Impartición de todas las pláticas propuestas
Porcentaje de participación en las pláticas de concientización (% Pa)	$\% Pa = \left(\frac{N° \ de \ personas \ que \ asistieron}{N° \ de \ personas \ que \ laboraron}\right) * 100$ 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)	$\% C = \left(\frac{N° \ de \ contenedores \ con \ tapa \ y \ etiqueta}{N° \ total \ de \ contendores \ colocados}\right) * 100$	100% contenedores con tapa y etiqueta

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de residuos entregados para su disposición final (% RE)	$\% RE = \left(\frac{Cantidad\ de\ residuos\ entregados}{Cantidad\ de\ residuos\ generados}\right) * 100$ 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) (valorización de residuos)	$\% REE = \left(\frac{Cantidad\ de\ residuos\ reutilizados}{Cantidad\ de\ R\ generados\ que\ pueden\ ser\ reutilizados}\right) * 100$ Este indicador también puede ser utilizado tanto para los RSU y RME.	Preferible el 90% del volumen generado susceptibles a reciclaje o reúso sea destinado a ello
Segregación de residuos de acuerdo a 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

Las medidas propuestas para garantizar el manejo integral de los residuos inician desde la capacitación que se brinde a los trabajadores, la cual deberá estar encaminada a disminuir la producción de residuos, el manejo adecuado de éstos, la correcta segregación y la importancia de la separación permitirán minimizar los impactos relacionados con este tema durante las diferentes etapas del **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Es importante considerar que cada una de las etapas del **Proyecto** generarán diferentes cantidades y tipos de residuos, por lo que los impactos podrán variar; razón por la cual, es preciso atender de forma puntual cada una de las etapas. De forma adicional, es recomendable reforzar la concientización del personal a través de la instalación de señalética que incite a la gestión integral de los residuos, así como de la importancia del manejo adecuado, la correcta segregación y la disposición final que minimice los impactos, no solo en el área del **Proyecto**, sino en las áreas adyacentes.

La ejecución de las medidas, excepto la de capacitación, se llevará de acuerdo con la naturaleza y volumen de los residuos. La metodología de implementación de las medidas propuestas se desarrolla en los siguientes apartados:

Manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial

El personal que se encuentre laborando en las actividades de preparación y construcción dentro del área del Proyecto tendrá la obligación de realizar la recolección de RSU que generen y su colocación en los contenedores identificados y dispuestos en el área de trabajo de acuerdo con la siguiente propuesta de clasificación:

Tabla VI.11. Clasificación de residuos sólidos urbanos (RSU).

Tipo de residuo	Clasificación	Resid uos	Contenedor
Residuos Sólidos Urbanos	Orgánicos	Residuos de comida.	**Ubicación:** En las zonas donde esté autorizado comer. **Características:** Contenedormetálico de 200 l de color verde,con tapa y bolsa.
	Inorgánicos valorizables	Inorgánicos valorizables (papel, cartón, PET, metal, aluminio, tetrapack), material eléctrico.	**Ubicación:** En todos los frentes de trabajo y comedores. Área de paneles e infraestructura eléctrica. **Características:** Contenedormetálico de 200 l de color azul, con tapa y bolsa. Área destinada para almacenamiento de residuos eléctricos.
	Inorgánicos no valorizables.	Inorgánicos no valorizables (vidrio, desechables, envolturas).	**Ubicación:** En sanitarios y comedores. **Características:** Contenedores metálicos de 200 l de gris, con tapa y bolsa.

Figura VI.2. Ejemplo de contenedores y etiquetado para residuos sólidos urbanos para el Proyecto.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



Por otra parte, los residuos de manejo especial que sean generados no podrán ser colocados en contenedores debido a su volumen, por lo que el personal tendrá la obligación de colocarlos en las áreas delimitadas y señalizadas para su almacenamiento en sitio, tales como el material eléctrico, incluidos los paneles resultado del mantenimiento de estas áreas.

Cuando los contenedores, costales y las áreas estén almacenando residuos por arriba del 70% de su capacidad, el personal a cargo del frente de trabajo transportará los residuos a los almacenes temporales del Proyecto y solicitará al personal ambiental el ingreso de los residuos al almacén.

Almacenamiento temporal y valorización de residuos

Una vez que el personal a cargo de los frentes de trabajo solicita el ingreso de los residuos al almacén temporal de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, el personal ambiental verificará que los residuos estén debidamente clasificados para respetar la separación en: residuos orgánicos, residuos inorgánicos no valorizables y residuos inorgánicos valorizables.

El almacén temporal de residuos sólidos urbanos y de manejo especial tendrá una dimensión adecuada para albergar a los residuos que se generen durante una semana, ya que se solicitará el servicio de recolección una vez por semana, y contará con las siguientes condiciones:

- Delimitación que impida el ingreso de fauna al almacén.
- Extintor.
- Bitácora.
- Señalamiento.
- Superficie impermeable y techo.

El personal ambiental contará con personal de apoyo para disponer de los residuos orgánicos en el área donde se elaborará composta, y para realizar la separación de los residuos inorgánicos valorizables para su adecuado aprovechamiento un día antes de su recolección. La separación que se realizará en los almacenes temporales de los residuos valorizables será: papel y cartón, latas y aluminio, y envases de plástico.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La separación de los residuos valorizables que sean depositados en centros de recuperación o reciclaje permitirán que uno o más materiales de los residuos puedan ser involucrados en nuevos procesos industriales fuera del área del Proyecto, y con ello disminuir los residuos que serán depositados en los rellenos sanitarios.

Con respecto a paneles solares y residuos eléctricos, se señala que, se pueden reciclar casi al completo este tipo de material, en el caso de los paneles ya que están hechos principalmente de vidrio y aluminio (84 por ciento), materiales que son fáciles de reutilizar y son clasificados como residuos no peligrosos. Por otro lado, los elementos como el silicio, el cobre, la plata no pueden ser utilizados nuevamente puesto que contienen contaminantes para el medio ambiente ya que estos han cumplido su ciclo de vida dentro del panel, afortunadamente dichos materiales pueden ser extraídos y separados mediante procesos adecuados para garantizar su inocuidad.

Recolección externa y disposición final

Una vez a la semana los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial que se encuentran en los almacenes temporales se recolectarán por empresas autorizadas externas acreditadas. Las empresas depositarán los residuos no valorizables y de manejo especial en rellenos sanitarios y sitios de disposición final autorizados, y los residuos valorizables en diversos centros de recuperación y/o reciclaje acreditados. Cabe señalar que en ocasiones la cantidad de residuos que se generen será mínima por lo que la frecuencia de recolección externa dependerá de la cantidad de residuos mínimos que soliciten las empresas externas para realizar un servicio.

El personal ambiental del Proyecto solicitará la documentación de autorización municipal, estatal y/o federal del proveedor del servicio de recolección y del sitio de disposición final, así como comprobantes para acreditar que durante el Proyecto se realizó la recolección de los residuos de manera adecuada.

Capacitación para el manejo adecuado de residuos

Una de las medidas primordiales es la capacitación de los trabajadores que se encuentre laborando dentro del Proyecto, por ello como parte de las medidas de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se considera la capacitación ambiental para el manejo adecuado de residuos, la cual consistirá en una plática de inducción, cuando ingresen al Proyecto y pláticas de 5 minutos al inicio de las actividades.

Los temas de capacitación que se abordarán serán:

- Impactos ambientales negativos del manejo inadecuado de residuos.
- Identificación de residuos que se generan en el frente de trabajo, su adecuada clasificación en los contenedores y en su caso de etiquetado.
- Orden y limpieza en áreas de trabajo y almacenamiento en sitio de residuos.
- Ubicación y manejo adecuado de residuos en almacenes temporales dentro del Proyecto.
- Destino de los residuos después de su almacenamiento.
- Atención a manejo inadecuado de residuos.
- Legislación mexicana sobre manejo de residuos.
- Actividades que realiza la empresa con respecto al manejo de residuos: valorización de residuos, composta, etc.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estas capacitaciones se coordinarán e implementarán de acuerdo con la calendarización de las actividades y se reforzarán con señalamientos y lonas informativas en los frentes de trabajo.

Medidas de urgente aplicación

En caso de que las medidas específicas de *manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial* no sean eficientes para el cumplimiento de los objetivos y metas, o bien no se cumpla con las medidas durante el desarrollo del **Proyecto**, el personal ambiental implementará una serie de **medidas de urgente aplicación** que tendrán como finalidad minimizar el daño causado por la falta de implementación de las medidas y que se continúe ocasionando afectaciones en la calidad del suelo y agua. Las medidas que se contemplan son:

- Recolección de residuos dispersos en las áreas de trabajo.
- Manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial como peligrosos cuando estos se encuentren en contacto con sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos.
- Sanciones administrativas al personal que se sorprenda realizando un manejo y disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Manejo de residuos peligrosos

El personal que se encuentre realizando actividades en el área del **Proyecto** tendrá la obligación de recolectar los residuos peligrosos que genere y colocarlos en los contenedores ubicados en el sitio de acuerdo con la siguiente clasificación:

Tabla VI.12. Clasificación de residuos peligrosos en el Proyecto.

Residuos peligrosos	Contenedor (200 l con tapa)
Tierra y/o aserrín impregnado con hidrocarburos.	Amarillo
Estopas, trapos, cartón, EPP, plásticos, sogas y/o guantesimpregnados de hidrocarburo.	Rojo

Figura VI.3. Ejemplo de contenedores y señalización para residuos peligrosos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



Una vez finalizadas las actividades, el personal a cargo asignará a una persona, con capacitación previa en manejo de residuos peligrosos, para trasladar los contenedores hacia el almacén temporal de residuos, esta acción será diaria de manera obligatoria.

Durante la recolección, el personal que realice el manejo contará con el equipo de protección mínimo (overol, guantes, googles y botas de seguridad) y la capacitación necesaria para atender cualquier emergencia ambiental que se origine por un manejo inadecuado de residuos peligrosos.

En caso de que en el área de trabajo no se realice la recolección de los residuos peligrosos de acuerdo con la medida específica propuesta, el personal ambiental podrá generar un reporte de incumplimiento y ejercer las acciones necesarias.

Almacenamiento temporal

El Proyecto contará con un almacén temporal de residuos peligrosos (**ATRP**) que cumplirá con las condiciones mínimas establecidas por el reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en materia de residuos peligrosos, por lo que cuenta con las siguientes características:

- Estar separado de las áreas de servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas, así como del almacén temporal de residuos no peligrosos, en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, como son muros, fosas de retención y canaletas, así como con pisos con pendiente que conducen los derrames de residuos líquidos hacia las canaletas y fosa de contención.
- Equipados con sistemas de extinción de incendios (extintores) y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados. Dentro de los dispositivos de emergencia se cuenta también con dispersores de agua para que en caso de emergencia se combata el incendio mientras llegan bomberos y protección civil.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles, considerando los lineamientos de las normas oficiales mexicanas que apliquen.
- Pisos lisos de material impermeable y sin conexiones con drenajes o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan hacia el exterior del almacén temporal de residuos.
- Paredes construidas con materiales no inflamables y cubiertos y protegidos de la intemperie.

Cuando los residuos peligrosos sean recolectados internamente y transportados en los contenedores al **ATRP**, el personal ambiental autorizará el ingreso de los residuos y los registrará en una bitácora de control con los siguientes datos: nombre del residuo, nombre del generador, fecha de inicio de depósito en contenedor, actividad generadora, características (CRETIB), tipo de equipo de seguridad requerido para su manejo y compatibilidad.

En el **ATRP**, el personal de apoyo con equipo de protección personal realizará el trasvase de los residuos a contenedores que serán exclusivos del almacén, con la finalidad de que los contenedores sean regresados diariamente a las áreas de trabajo.

Los contenedores del **ATRP** estarán debidamente etiquetados y ubicados dentro del almacén, considerando la compatibilidad de los residuos peligrosos establecida en la NOM- 054-SEMARNAT-1993; Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

El almacenamiento máximo de los residuos peligrosos será de seis meses a partir de su generación, y se deberá realizar la recolección externa cuando se cumpla el periodo anterior o cuando el almacén se encuentre saturado.

Recolección externa y disposición final de RP

Previo a que se cumpla el tiempo máximo de almacenamiento o se requiera realizar la disposición de residuos peligrosos por que el **ATRP** se encuentra con residuos al 70% de su capacidad, el personal ambiental solicitará el servicio de transporte de residuos peligrosos por una empresa debidamente acreditada para recolectar, transportar y realizar la disposición final de residuos peligrosos, en conformidad a lo establecido en la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.* Antes y durante la recolección externa, el personal ambiental verificará, a través de un formato, que:

- Los residuos estén debidamente etiquetados y envasados antes de su entrega a la empresa de recolección y transporte.
- El personal involucrado se encuentre debidamente capacitado para la recolección y transporte de residuos peligrosos, aunado a que verificará que las actividades se realicen con las medidas de seguridad mínimas.
- El vehículo utilizado para el transporte posea el equipo necesario para atender emergencias ambientales y accidentes, así como un protocolo de atención.
- El conductor cuente con la licencia federal para el transporte de residuos peligrosos y que el vehículo cuente con la documentación necesaria para el transporte.
- Se cumpla con las características de incompatibilidad de los residuos peligrosos para ser transportados.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- La empresa acreditada cumpla con los lineamientos del transporte de residuos peligrosos establecidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos).

Para la disposición final, se buscarán principalmente opciones que proporcionen los servicios de coprocesamiento o reciclaje y reutilización.

Acciones de prevención de derrames de sustancias y combustibles

El uso de maquinaria y equipo en las actividades de preparación del sitio y construcción podría provocar la contaminación del suelo al utilizar hidrocarburos por lo que se implementará mantenimientos preventivos en talleres externos al área del **Proyecto**. Por ningún motivo estará permitido realizar mantenimientos dentro del área de trabajo sobre suelo natural, en caso de que se necesitará un mantenimiento correctivo, debido a la distancia del área del proyecto a la zona urbanizada, se dispondrá en el sitio de mantenimiento temporal el siguiente material:

- Kit de atención a derrames
- Charolas y contenedores de diferentes capacidades para que sea colocados debajo de la maquinaria y evitar el contacto de hidrocarburos con el suelo.
- Contenedores para residuos peligrosos.
- Cubierta temporal impermeable con material absorbente (lona con aserrín).

Si durante las actividades de preparación y construcción algún equipo o maquinaria presenta fugas o derrames será suspendido de las actividades y se le colocarán materiales absorbentes en el área donde se presenta la falla para evitar la contaminación del suelo hasta que sea trasladado al taller de mantenimiento externo, y el suelo contaminado se recogerá y manejará como residuo peligroso.

Por otra parte, en cuanto al manejo de sustancias peligrosas, se utilizarán embudos y bombas manuales para evitar que durante el transvase o manipulación se generen fugas o derrames, y la carga de combustible será con pipas que cumplirán con los lineamientos del Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, pistola despachadora y kit para derrames.

Finalmente, si se llegará a presentar un derrame de hidrocarburo se procederá a recolección y atención inmediata con un kit para derrames y evaluar la necesidad de implementación de medidas de remediación de acuerdo con la normatividad ambiental aplicable.

Capacitación para el manejo de residuos peligrosos

Una de las medidas primordiales es la participación de los trabajadores que se encuentre laborando dentro del proyecto para el cumplimiento de las medidas, por ello como parte de las medidas de *manejo de residuos peligrosos,* se considera la capacitación a trabajadores, la cual consistirá en una plática de inducción, cuando ingresen al **Proyecto**, y pláticas de 5 minutos, las cuales serán programadas de acuerdo con las actividades del **Proyecto**.

Los temas de capacitación que se abordarán serán:

- Impactos ambientales negativos del manejo inadecuado de residuos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Identificación de residuos peligrosos que se generan en el frente de trabajo, su adecuada clasificación en los contenedores y en su caso de etiquetado.
- Orden y limpieza en áreas de trabajo y almacenamiento en sitio de residuos.
- Equipo de protección personal y medidas generales de seguridad y protección ambiental para el manejo de residuos peligrosos.
- Ubicación y manejo adecuado de residuos en almacenes temporales dentro del proyecto.
- Destino de los residuos peligrosos después de su almacenamiento.
- Atención a manejo inadecuado de residuos peligrosos y derrames.
- Legislación mexicana sobre manejo de residuos peligrosos.

Estas capacitaciones se coordinarán e implementarán de acuerdo con la calendarización de las actividades del **Proyecto**.

Medidas de urgente aplicación

En caso de que las medidas específicas de manejo de residuos peligrosos no sean eficientes para el cumplimiento de los objetivos y metas, o bien no se cumpla con las medidas durante el desarrollo del **Proyecto**, el personal ambiental implementará una serie de **medidas de urgente aplicación** que tendrán como finalidad minimizar el daño causado por la falta de implementación de las medidas y que se continúe ocasionando afectaciones en la calidad del suelo y agua. Las medidas que se contemplan son:

- Recolección de residuos dispersos en los frentes de trabajo.
- Manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial como peligrosos cuando estos se encuentren en contacto con sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos.
- Sanciones administrativas al personal que se sorprenda realizando un manejo y disposición inadecuada de residuos peligrosos.

Acciones administrativas generales

Por otro lado, administrativamente, el promovente cumplirá con las siguientes obligaciones:

- Registrarse ante la SEMARNAT mediante el formato SEMARNAT-07-017, así como consultar y los requisitos complementarios al trámite[3].
- Llevar una bitácora de residuos peligrosos, que es un documento que conservan los generadores y prestadores de servicios durante un periodo de 5 años, en el cual se registran los residuos peligrosos y cantidad generada, proceso que los generó, ingreso y salida de almacén, actividades de manejo, entre otros.
- Llenar el manifiesto de registro de actividades de manejo: un manifiesto es un documento en el cual se registran las actividades de manejo de residuos peligrosos, que deben elaborar y conservar los generadores por un periodo de cinco años y, en su caso, los prestadores de servicios de manejo de dichos residuos.
- Se debe notificar a la SEMARNAT el cese de operaciones o el cierre de instalaciones, mediante los trámites SEMARNAT-07-034-A y SEMARNAT-07-034-C a través de los cuales se notifica a

[3] http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/tramites-relacionados-al-tema-de-residuos-peligrosos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

SEMARNAT el cese de actividades de generación y el cierre de instalaciones, respectivamente. Los formatos se complementan con los requisitos que se pueden descargar de la liga: http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/tramites-relacionados-al-tema-de-residuos-peligrosos.

- El transportista o destinatario (poseedor o prestador de servicios) está obligado a registrar y firmar la actividad de manejo en que participa.
- Lo anterior permite tener un control de las distintas actividades de manejo de los residuos peligrosos y los sujetos que participan en dichas actividades, y permite definir la responsabilidad de cada sujeto que participa en caso de un mal manejo.

VI.2.8.2 Acciones 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

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.2.8.3 Acciones encaminadas al control de erosión de suelos, así como conservación de los patrones de escurrimiento y niveles de infiltración en el AP

Mediante estas acciones se busca implementar una serie de técnicas encaminadas a la conservación y protección de los suelos y recurso hídrico en el área de establecimiento del **Proyecto**, con la finalidad de evitar un incremento en la erosión, y las modificaciones de los patrones de escurrimiento e infiltración.

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 forestal y no forestal de todas las superficies necesarias para la ejecución de las obras.

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 y las modificaciones de los patrones de escurrimiento e infiltración en el área el **Proyecto**.

Metodología

Para mitigar el impacto de susceptibilidad de erosión se propone que, una vez finalizada la etapa de construcción, se favorezca la revegetación, principalmente de herbáceas, en las siguientes áreas del Proyecto.

Tabla VI.13. Área para revegetación de herbáceas en el AP.

Sellamiento	Componente	Superficie (ha)
Sin sellamiento	Área de maniobras	21.7861
	Área de módulos	97.8514
	Área de trabajos temporales	1.3421
	DDV Línea de transmisión	9.0652
Total general		**130.0448**

Por otro lado, también es posible emplear cobertura vegetal muerta para protección del suelo, la cual provendrá del material resultante del desmonte durante la preparación del sitio, así como el material que resulta de las podas que se realizarán durante la operación para mantener la vegetación como un estrato

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

bajo que no represente un riesgo para las estructuras eléctricas, material que será triturado para su incorporación al suelo.

Así mismo, será necesario mantener cubierto el suelo extraído, actividad que será importante para controlar su posible dispersión por efecto hídrico y eólico.

En conjunto 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.

Conforme a estimaciones de volúmenes de erosión hídrica y eólica presentes en el **AP**, **AI** y en el **SAR**, cuya memoria de cálculo se encuentra en el **Anexo IV,** se obtuvo que, actualmente en el área por afectar del **AP** la tasa de erosión hídrica obtenida es de 0.092 ton/ha/año, mientras que, al remover la vegetación las tasas pasan a 25.02 ton/ha/año, sin embargo, en un escenario en el que se implementen las medidas de permitir el crecimiento de la vegetación herbácea en las áreas que no requieran sellamiento señaladas anteriormente, la tasa de erosión disminuiría a 0.50 ton/ha/año, tasa que comparada con la situación actual, resulta menor.

Con respecto a la erosión eólica se obtuvo que, en el área por afectar del **AP** la tasa de erosión eólica actual es de 2.03 ton/ha/año, mientras que, al remover la vegetación la tasa pasa a 6.52 ton/ha/año, sin embargo, en un escenario en el que se implementen las medidas de permitir el crecimiento de la vegetación herbácea en las áreas que no requieran sellamiento señaladas anteriormente, la tasa de erosión disminuiría a 1.79 ton/ha/año, tasa que comparada con la situación actual, resulta menor.

Lo anterior tiene sentido si se considera que la mayor parte de la superficie del **AP** recuperará una cobertura vegetal natural herbácea, que sirve como alta cobertura del suelo y permite mitigar el efecto hídrico y eólico de erosión.

Con respecto a la conservación de los patrones de escurrimiento e infiltración, de acuerdo con las estimaciones se obtuvo que, en el **AP** en condiciones actuales, del total precipitado, 81% se evapora, 7% se escurre y 12% se infiltra, infiltración que equivale a 49,490.52m³/año. Mientras que, una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el **AP**, la evaporación será del 81% (334,948.73m³/año), el escurrimiento será del 9% (36,393.38 m³/año) y la infiltración será del 10% (40,813.98m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 8,676.54 m³/año; sin embargo, con la medida de revegetación en la superficie señala se obtuvo que 81% se evapora, 7% se escurre y 12% se infiltra, infiltración que equivale a 48,102.35 m³/año, por lo cual se recuperará la infiltración en esta zona, adicionalmente, a nivel del **SAR** se compensará la infiltración en la superficie de reforestación, la cual es de 0.3484 ha.

Adicionalmente, 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 erosión por efectos eólicos.

Es importante llevar a cabo un desmonte programado, de manera que se realice gradualmente conforme al avance de la obra, evitando la presencia de suelos desnudos, esto permitirá disminuir la exposición del suelo y mitigar su erosión.

Indicador de realización: Su objetivo es medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas. En esta dirección, se tendrán los siguientes indicadores:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla VI.14 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):	$\%CA = \left(\frac{Acciones\ realizadas}{Acciones\ propuestas}\right) * 100$ ▪ Evidencia fotográfica de realización, bitácoras de registro de cumplimiento y recorridos de supervisión.	100% de la ejecución de las acciones
Regeneración natural con herbáceas (RV):	$RV = \frac{Superficie\ \ revegetada}{Superficie\ total}\ x\ 100$ ▪ Evidencia fotográfica de áreas con presencia de revegetación	Al paso del tiempo se deberá observar la regeneración natural con herbáceas

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.2.8.4 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Metodología

Durante el desarrollo del **Proyecto** se contemplan cuatro etapas, las cuales son: preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono; mientras que el programa contempla tres temas principales a desarrollar:

- Implementación de buenas prácticas ambientales;
- Ambiente físico y biológico; y
- Gestión sostenible de residuos.

Cabe hacer mención que cada contratista o subcontratista será responsable de la impartición de los temas, considerando cada una de las etapas de desarrollo del **Proyecto**. Se prevé que el personal de obra, al integrarse al trabajo, reciba una capacitación, la cual será retomada cada seis meses; además de que, mediante charlas diarias se refuerce el conocimiento.

Durante la operación, todo el personal que laboré en el **Proyecto** deberá recibir al inicio información y capacitación ambiental, la cual será retomada de forma semestral.

Aunado a lo anterior, se prevé la instalación de señalética para reforzar los temas, normas y prohibiciones. A continuación, se indican de manera enunciativa más no limitativa, lo tópicos a desarrollar por cada uno de los temas.

Implementación de buenas prácticas

Con la finalidad de reducir el impacto ambiental negativo causado por las actividades cotidianas ligadas a las diferentes etapas de desarrollo del **Proyecto**, se plantea el uso de buenas prácticas. Los tópicos que se propone desarrollar son:

- Manejo de materiales;
- Almacenamiento;
- Manejo de sustancias químicas;
- Manejo de herramientas, maquinaria y equipo.

Cuidado del ambiente físico y biológico

Mediante el fomento de una cultura ecológica con base en conocimientos, actitudes, aptitudes y valores enfocados a la interrelación entre el ser humano y la naturaleza, se busca proteger al ambiente, para lo cual se recomienda abordar los siguientes temas:

1) Buenas prácticas con respecto al cuidado del factor edáfico:
    - Importancia de mantener en óptimas condiciones el parque vehicular, maquinaria y equipo mediante el mantenimiento periódico;
    - Protección del suelo con materiales impermeables durante operaciones de mantenimiento o recarga de combustible a maquinaria, vehículos y equipo.
2) Buenas prácticas para reducir las emisiones a la atmósfera:
    - Señalización de pasos peatonales y límites de velocidad;

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Planeación del tráfico dentro del área del **Proyecto**, considerando la operación de maquinaria;
- Importancia de la implementación de buenas prácticas de manejo a fin de evitar accidentes y disminuir el consumo de combustible mediante la regulación de aceleración;
- Importancia de que el parque vehicular cuente con la verificación correspondiente, tramite mediante el cual se podrá dar cumplimiento a:
    - NOM-041-SEMARNAT-2015 respecto a la emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
    - NOM-044-SEMARNAT-2017 y NOM-045-SEMARNAT-2017, que se refiere a emisión de gases de vehículos automotores que utilizan diésel como combustible.

3) Preservación del agua, considerando:
    - Importancia del cuidado del agua;
    - Importancia del uso de kit antiderrames;
    - Uso de letrinas portátiles;
    - Protección del suelo con materiales impermeables durante operaciones de mantenimiento o recarga de combustible a maquinaria, vehículos y equipo.
4) Ahorro de energía:
    - En la medida de lo posible, uso de focos y/o lámparas ahorradoras;
    - Apagado de luz cuando no se ocupe.
5) Protección de flora y fauna silvestre:
    - Importancia del cuidado y protección;
    - No introducir especies domésticas, exóticas o invasoras.
6) Delimitación correcta y precisa del área de ocupación del **Proyecto** (autorizada).

Gestión sostenible de residuos.

Una deficiente gestión de residuos se convierte en un problema ambiental, debido a que se crea un impacto negativo por el manejo inadecuado, amenazando la sustentabilidad ambiental; por lo que es necesario vigilar el manejo que se da a los residuos generados durante las diferentes etapas del **Proyecto**, haciendo énfasis en los siguientes temas:

- Gestión sostenible de residuos;
- Caracterización y clasificación de residuos;
- Establecimiento de medidas preventivas durante la recarga de combustibles (gasolina y diésel), aceites y lubricantes que sean requeridos por vehículos, maquinaria y equipo como el uso de una malla geotextil impermeable; y
- Buenas prácticas ambientales para la identificación, clasificación, manejo y disposición final de los residuos.

Aspectos para llevar a cabo las buenas prácticas ambientales

- Reduce, reutiliza y recicla;
- Los residuos deben ser separados y depositados en contenedores adecuados;

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Consume la energía necesaria;
- Cuando un vehículo no se utilice, no se deberá dejar en marcha;
- No usar los desagües para el desecho de desperdicios;
- El ruido genera contaminación, por lo que se deberán tomar medidas que permita atenuarlo;
- Poner en práctica diariamente el ahorro de agua;
- Evitar el uso de agentes agresivos con el ambiente; y
- Al ser manipulados los residuos peligrosos se deberá usar equipo de protección personal y tratados por una empresa certificada.

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.

VI.2.8.5 Acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

Este grupo de acciones 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI.2.8.5.1 Objetivos

Objetivo general: Salvaguardar a los individuos de fauna silvestre presentes en la superficie de establecimiento del Proyecto durante las diferentes etapas del **Proyecto**, estableciendo las técnicas adecuadas de protección, rescate, reubicación y manejo de fauna para propiciar su conservación dentro de las áreas adyacentes al Proyecto.

Objetivos particulares

- Ahuyentar de la superficie autorizada para la construcción del **Proyecto** a especies de aves, mamíferos medianos de hábitos cursoriales y reptiles, mediante técnicas de amedrentamiento, con la finalidad de disminuir la densidad de fauna, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar a la que se encuentra en el sitio del **Proyecto**.
- Rescatar y reubicar las especies de fauna silvestre, que se encuentren dentro del área del **Proyecto** y que sean susceptibles de ello.
- Asegurar mediante una serie de acciones de manejo, que las obras que se pretenden realizar ocasionen el menor daño posible a la fauna.
- Otorgar estrategias para favorecer la reubicación de las diferentes especies, y reubicarlas en áreas con características físicas y biológicas similares a las del área de procedencia de los ejemplares rescatados.
- Conservar, prioritariamente a todas las especies de fauna, presentes en el área destinada al **Proyecto**.
- Que el sitio de reubicación de los ejemplares rescatados sea el óptimo y cumpla los requerimientos de hábitat para garantizar su adaptabilidad y supervivencia en el medio.

VI.2.8.5.2 Especies prioritarias para el rescate y reubicación

Si bien las acciones de rescate y reubicación están encaminadas hacia cualquier individuo de fauna que con las acciones de ahuyentamiento no se haya desplazado fuera de la superficie a intervenir, las acciones de rescate pondrán especial atención a individuos de fauna que cumplan con los siguientes criterios, ya sea un solo criterio o la combinación de varios de ellos:

- Especies que se encuentren bajo alguna categoría de protección, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Especies de lento desplazamiento; tal es el caso de los reptiles y mamíferos pequeños; los cuales son más vulnerables al paso de vehículos y maquinaria, al tener una movilidad limitada.
- Especies que, de acuerdo con su distribución geográfica, sean consideradas como endémicas, semiendémicas o cuasiendémicas.
- Especies de hábitos fosoriales; es decir, aquellas especies que se encuentran adaptadas a la excavación y a la vida subterránea.
- Especies cuya tendencia poblacional indique algún decremento en sus poblaciones.

A estas especies se les denominará especies prioritarias de conservación y rescate; debido a que presentan mayor susceptibilidad a sufrir afectaciones por las obras del **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Dichas especies se muestran en la siguiente tabla, conforme a los listados presentados en el Capítulo IV de la presente **MIA-R**, cabe señalar que en este conjunto de acciones de rescate se considera a todas las especies registradas tanto en el **AP**, como en el **AI** y el **SAR**, dado que por su movilidad podrían compartir áreas.

Tabla VI.16. Especies de mamíferos y reptiles prioritarias para el rescate.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Mammalia	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	SC
		Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo De Espalda Blanca	SC
	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla Vientre Rojo	SC
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Drymarchon melanurus*	Víbora Negra	SC
		Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana De Cola Espinosa	Pr
			Iguana iguana	Iguana Verde	Pr
		Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Espinosa	SC

Cabe señalar que en esta lista no se consideran a las especies voladoras, tales como aves y murciélagos, dado que estas tienden a ahuyentarse con facilidad ante la presencia de maquinaria y personal, sin embargo, de ser el caso las acciones de ahuyentamiento se enfocarán a estos grupos de fauna voladora.

VI.2.8.5.3 Sitios de rescate y reubicación

Los sitios donde se realizará, la búsqueda de ejemplares de fauna susceptibles de rescate, serán en las áreas autorizadas para la construcción del **Proyecto**, delimitadas por la brigada de topografía.

Para seleccionar las áreas de reubicación, en primera instancia fue necesario conocer el sitio de rescate, ya que será la primera característica por considerar para realizar su reubicación, esto con la finalidad de elegir sitios con condiciones similares a las del sitio donde se encontraban para garantizar que tenga las mismas oportunidades de sobrevivir.

Los criterios por considerar para seleccionar los sitios de reubicación son los siguientes:

- Sitio que no serán intervenidos por las actividades del **Proyecto**.
- Tipo de vegetación o uso de suelo en el que se capturó el ejemplar
- Intensidad de luz. Por ejemplo, las condiciones de luz que se registran en el área con vegetación secundaria son diferentes a las condiciones de luz que se presentan en las áreas con pastizal inducido.
- Preferencias de hábitat. Si bien se tomará en cuenta el sitio de su captura, también se recurrirá a la consulta de literatura especializada para conocer la preferencia de hábitat.

Seleccionar un sitio adecuado para la reubicación de los individuos de fauna, juega un papel importante para para garantizar que tenga las mismas oportunidades de sobrevivir, que tenían antes de ser capturados y reubicados.

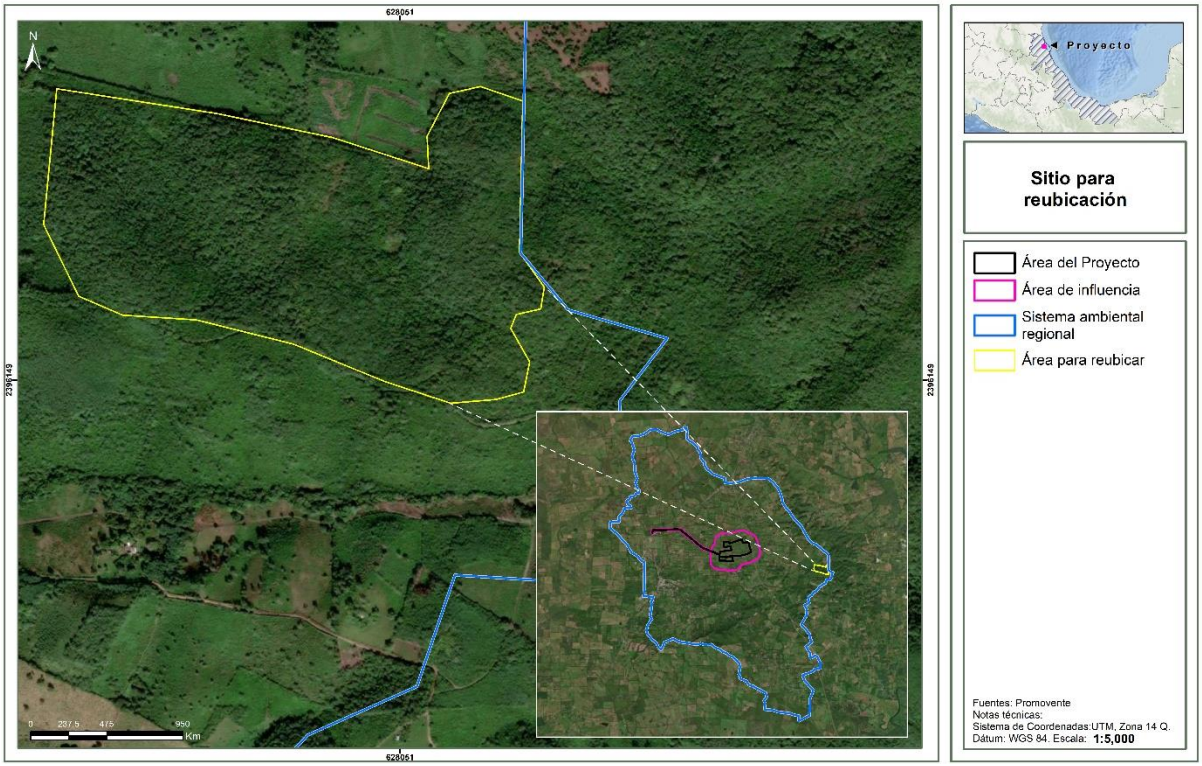
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La selección adecuada del sitio de reubicación busca que los individuos de fauna encuentren las mismas oportunidades y problemáticas con las que se enfrentaban antes de su reubicación; por lo que la selección adecuada del sitio de reubicación busca ofrecer un hábitat similar, una oferta alimenticia similar al sitio de procedencia, presencia de pareja similar, presencia de competidores y depredadores similar; todo esto con el objetivo de mantener y conservar el equilibrio ecológico del ecosistema y los diferente ambientes perturbados identificados.

Tanto las áreas de rescate como las de reubicación serán georreferenciadas y reportadas a la autoridad dentro de los informes de cumplimiento, no obstante, en la siguiente figura se muestra la superficie propuesta para la reubicación de fauna, la cual reúne las características señaladas anteriormente, presenta el mismo tipo de vegetación que resultará afectado y se encuentra alejada de asentamientos humanos, así mismo, se encuentra dentro del SAR.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura VI.4. Sitio propuesto para la reubicación de fauna silvestre.



Así mismo, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de dicha área, mientras que, en el **Anexo VI.3 Reubicación** se encuentran los archivos shapfile y kmz de este polígono.

Tabla VI.17. Coordenadas del área propuesta para la reubicación de fauna.

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	628,262.43	2,396,629.69	13	627,700.31	2,396,253.36
2	628,256.85	2,396,369.64	14	627,573.41	2,396,261.28
3	628,299.51	2,396,309.27	15	627,497.55	2,396,293.82
4	628,293.23	2,396,272.05	16	627,437.02	2,396,417.00
5	628,251.08	2,396,262.73	17	627,459.61	2,396,650.69
6	628,241.44	2,396,238.77	18	627,735.68	2,396,608.18
7	628,274.33	2,396,180.92	19	627,935.50	2,396,566.60
8	628,263.84	2,396,129.33	20	628,100.22	2,396,513.44
9	628,215.50	2,396,116.41	21	628,097.42	2,396,568.90
10	628,138.10	2,396,110.02	22	628,135.87	2,396,642.76
11	628,024.67	2,396,147.33	23	628,189.33	2,396,654.64
12	627,867.39	2,396,211.56			

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI.2.8.5.4 Metodología de rescate

1. Integración de la brigada de rescate

El rescate será ejecutado por una brigada a cago de un técnico especialista en fauna que coordinará las actividades a realizar por los auxiliares de campo; cada uno de los integrantes de la cuadrilla contará con equipo de protección personal y con las herramientas necesarias para el buen manejo de los ejemplares de fauna.

El técnico especialista en fauna tendrá como responsabilidades:

- Asegurarse que el personal de la brigada cuente con el equipo de protección personal y con las herramientas necesarias para realizar el trabajo;
- Gestionar los recursos necesarios para asegurar la logística operativa de la brigada;
- Identificar las especies rescatadas;
- Coordinar el trabajo de rescate;
- Verificar que los ejemplares rescatados sean correctamente manejados, desde su captura hasta su reubicación;
- Verificar que las áreas de reubicación tengan características similares al sitio de donde se capturaron los ejemplares;
- Supervisar que el rescate y reubicación se realice de forma correcta;
- Elaborar los reportes relacionados con la ejecución del programa, que periódicamente se deban entregar a la autoridad.

Las actividades que van a desarrollar los auxiliares de campo son:

- Emplear en todo momento, el equipo de protección personal y los aperos necesarios para realizar un trabajo en forma segura y confiable;
- Realizar las actividades de ahuyentamiento fauna (ruido, movimiento de troncos, piedras, etc.).
- Realizar la búsqueda de ejemplares, removiendo objetos que pudieran servir de refugio e inspeccionar las madrigueras;
- Realizar la captura de ejemplares, con base en la técnica de acuerdo con el grupo faunístico;
- Georreferenciar los puntos de captura y liberación y recabar las evidencias fotográficas de las acciones realizadas.

Después de haber conformado la brigada de rescate y previo al inicio de las actividades de ahuyentamiento rescate y reubicación de fauna se capacitará al personal que participará en las actividades mediante la impartición de pláticas y cursos de manejo adecuado de los grupos de fauna.

2. Acciones de ahuyentamiento

Las acciones de ahuyentamiento serán primordiales y consisten en incitar a los ejemplares a alejarse por sí solos del área de establecimiento del **Proyecto**. Este procedimiento será la principal herramienta para usar con la fauna debido a que este método es el que genera menos estrés al no depender de la captura de los ejemplares y tenerlos en cautiverio hasta la hora de su liberación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Se prevé utilizar la estimulación auditiva para el ahuyentamiento de ejemplares, que consiste en la reproducción de sonidos que estimulen el desplazamiento de individuos; además de los estímulos mecánicos que consisten en movimiento de arbustos, rocas, troncos o cualquier otro sitio que pueda fungir como refugio, por lo que se requerirá de silbatos y/o instrumentos para generar sonidos tales como altavoces, silbatos o aparatos ultrasónicos. Este tipo de técnicas pueden aplicarse a los diferentes grupos taxonómicos, aunque resulta más efectivo en el caso de especies de rápido desplazamiento y amplio rango de movimiento en términos de su ámbito hogareño.

Se realizarán las acciones de ahuyentamiento con una anticipación máxima de un día previo a que comiencen los trabajos de preparación del sitio y construcción; el lapso de tiempo debe ser corto para evitar la recolonización del área liberada de la presencia de fauna. Estas labores se efectuarán conforme avance la obra, es decir, estarán supeditadas a la calendarización de las obras del **Proyecto**. Cabe mencionar que los trabajos de preparación de sitio y construcción implicarán en sí una actividad de ahuyentamiento debido a la presencia de una mayor cantidad de personas y maquinaria, por lo que conforme se avance la obra se espera la incidencia de una menor cantidad de individuos de especies de fauna silvestre dentro del área de establecimiento del **Proyecto**.

La brigada de rescate de fauna recorrerá mediante transectos el área de establecimiento del **Proyecto** siendo implementados los estímulos, previo al ingreso de maquinaria y personal, los estímulos auditivos generados deberán ser mayores a 100 dB, con lo que se espera la huida de aves y mamíferos cuya capacidad de desplazamiento es mayor. Los sonidos emitidos a través de dispositivos tales como altavoces o sirenas alertarán de peligro a los individuos de fauna local y deberán ser generados en lugares y momentos estratégicos y NO se activarán de forma continua, ya que el estímulo podría volverse común para la fauna y el efecto deseado no se lograría.

Para efectuar las acciones de ahuyentamiento, se tendrán en cuenta los picos de horarios con mayor actividad para cada grupo faunístico (Tabla VI.18), además de enfatizar estas actividades en las áreas con cobertura vegetal o cercanas a estas, dado que es ahí en donde se podría resguardar la fauna.

Tabla VI.18: Horarios de mayor actividad de la fauna silvestre

Taxón	Horario matutino	Horario vespertino
Reptiles	Entre las 6:30 y las 10:30 am	Entre las 6:00 y las 10:00 pm
Mamíferos	Entre las 7:00 y las 9:00 am	Entre las 6:00 y las 12:00 pm
Aves	Entre las 5:30 y las 9:30 am	Entre las 3:00 y las 6:00 pm

3. Técnicas de captura y reubicación de fauna silvestre

Cualquier tipo de manejo afecta física y emotivamente a los ejemplares de fauna, por lo que se considera un manejo adecuado, aquel que permite la obtención del objetivo deseado en forma eficiente, sin comprometer la salud del animal, ni poner en peligro la seguridad de quien lo realiza. Por lo anterior, el ejemplar se debe mantener lo más tranquilo posible, realizando un manejo suave, seguro y eficiente. El manejo adecuado favorece la adaptación, sobrevivencia y reproducción, ya que contribuye a mantener sanos a los ejemplares y permite el despliegue de las conductas naturales propias de cada especie, por lo anterior, la técnica de captura estará en función de las características de los diferentes grupos de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

vertebrados hacia los cuales está enfocado el presente programa, mismas que se describen en los siguientes párrafos.

Reptiles

La búsqueda de individuos de este taxón será dirigida revisando piedras, cúmulos de material vegetal o cualquier otro elemento donde pudieran albergarse, teniendo por objetivo maximizar la eficiencia de captura. Los métodos más efectivos para la captura de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa (Mella, 2005[1]; Donoso-Barros, 1996[2]). Dependiendo de las características del ejemplar y el riesgo que represente su manipulación, ésta podrá ser:

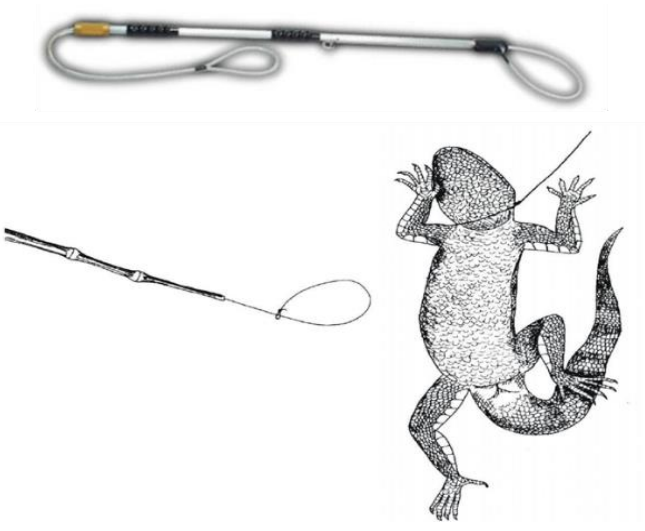
Captura directa

Las lagartijas y otros pequeños reptiles podrán ser capturados atrapándolos directamente con la mano, la manera más fácil es sujetándolos rápidamente con la mano abierta, teniendo cuidado de no aplastarlos. Esta manipulación directa de individuos deberá ser mediante el uso de guantes de carnaza, sujetándolos con cuidado por la parte dorsal del cuerpo y nunca por la cola, ya que es desprendible.

Captura indirecta

La captura indirecta también podrá ser aplicada sobre reptiles de talla pequeña utilizando una vara lazo, que consiste en un tubo ligero y hueco donde atraviesa un cordel delgado, en un extremo del tubo cuelga el cordel en forma de arillo y el otro extremo se utiliza para jalarlo. Para utilizar esta técnica, es necesario acercarse lentamente y con mucho cuidado para no perturbar o espantar al organismo y una vez que se alcanza una distancia aceptable, se coloca el arillo del cordel en la parte del cuello y/o en alguna de las patas para evitar la asfixia e inmediatamente se jala del otro extremo sin presionar demasiado ya que se puede lesionar al organismo atrapado (Aguirre-León en Gallina-Tessaro y López-González, 2011[3]).

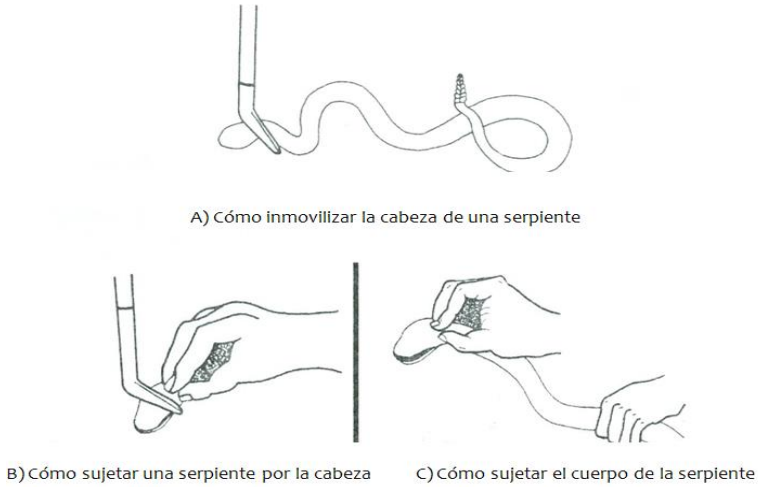
Figura VI.5. Vara lazo para la captura de lagartos de talla pequeña y lagartijas



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Para la captura de culebras y víboras se utilizarán ganchos o bastones herpetológicos; para utilizarlos, una persona deberá presionar ligeramente con uno de estos ganchos la cabeza del individuo contra el suelo, lo cual permitirá que una segunda persona, la que cuente con mayor experiencia en el manejo de estas especies para evitar accidentes y daño sobre las vértebras del animal (Mata-Cruz, 2012[4]), la sujete de la cabeza rodeándola con el dedo pulgar en sentido contrario de los demás dedos, en tanto que con la otra mano sostendrá el cuerpo, en su parte media-baja, para inmovilizarla, como se muestra en la siguiente figura.

Figura VI.6 Captura y contención de culebras y víboras



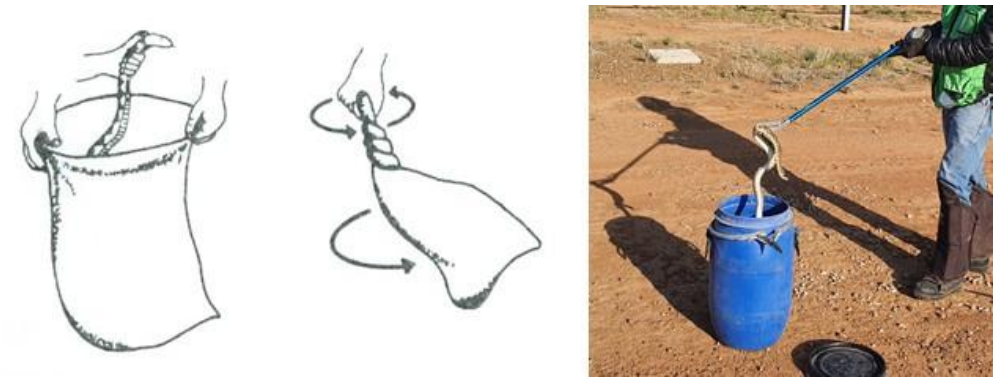
Las especies particularmente ágiles y peligrosas podrán manipularse (a consideración de quien esté realizando el manejo de ejemplares) con dos ganchos herpetológicos, de forma que no se tenga contacto directo con el individuo, con uno de ellos se levantará la parte de la cabeza y con el otro la parte media del cuerpo e inmediatamente se depositarán dentro del medio de transporte.

Transporte y reubicación de reptiles

El medio de transporte consistirá en un contenedor profundo de plástico o bien, un costal de manta que una persona deberá sostener, abriéndolo lo suficiente para que una segunda (la que manipula al ejemplar), introduzca al individuo rápidamente y con cuidado para no lastimarlo, introduciendo primero la parte posterior (cola) seguido de la parte anterior (cabeza); una vez adentro el reptil, el costal deberá torcerse, doblarse y amarrarse en el extremo (Aguirre-León en Gallina-Tessaro y López-González, 2011[5]). En caso de especies venenosas, manipuladas con el uso de dos ganchos herpetológicos, el transporte de ejemplares puede realizarse mediante los contenedores antes mencionados para no tener ningún contacto con el individuo de fauna, éstos deberán contar con ventilación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura VI.7. Transporte de reptiles para su reubicación



Al término de cada jornada, los animales que se hayan capturado, serán trasladados hacia los sitios de liberación, seleccionados con forme a los descrito previamente, y sin exceder en ningún caso las 24 horas de cautiverio.

Mamíferos

Es común que los mamíferos de mayor talla respondan positivamente a las acciones de ahuyentamiento alejándose por sí solos de las áreas donde se ejecutan. No obstante, al haberse registrado mamíferos de tallas pequeñas, las alternativas metodológicas para la captura de estos individuos, se describen a continuación:

Captura directa

La captura podrá ser directa, particularmente para la mastofauna de talla pequeña, como lo son los roedores. En cuyo caso, se emplearán guantes de carnaza como protección ante mordidas, y el individuo se inmovilizará con la palma de la mano hacia abajo y los dedos rodeando su cuerpo, actuando con suavidad y firmeza.

Captura indirecta

La captura indirecta es aplicable tanto en mamíferos pequeños como de talla mediana y es por medio del empleo de trampas tipo Sherman y/o Tomahawk que se muestran en la siguiente figura, que serán colocadas en los sitios de paso donde se juzgue que podrían estar alojándose algún ejemplar de mastofauna y de ser el caso, en entrada de las madrigueras.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura VI.8. Trampas para la captura de mastofauna.



Trampa tipo Tomahawk para la captura de mamíferos de talla pequeña y medianos



Trampa tipo Sherman para la captura de mamíferos de talla pequeña

Este tipo de trampas tienen un sistema donde la puerta de entrada se mantiene sujeta en un doble piso, sobre el cual se coloca el cebo, al pisar el animal sobre éste, se dispara la puerta accionada por un resorte, atrapando al individuo. El “cebo” consistirá en una pequeña porción de avena mezclada con crema de cacahuate (Mills et al., 1998[6]) y se colocará antes de activar la trampa.

Las trampas serán activadas y cebadas antes de oscurecer y revisadas en la mañana del día siguiente de su colocación (Mills et al., 1998 Op cit.), para que en su caso los individuos capturados sean reubicados lo antes posible.

Transporte y reubicación de mamíferos

Una vez capturados, los individuos de este grupo se trasladarán al sitio elegido para su reubicación, dentro de las mismas trampas cubiertas con tela para reducir el estrés derivado del traslado y la presencia humana, y en el menor tiempo posible siguiendo la ruta más corta, pero a través de los caminos que estén en mejores condiciones.

Aves

En el caso de las aves, su capacidad de desplazamiento es en cierta forma un atenuante para los casos de pérdida de organismos, a excepción de las especies y organismos que tengan establecidos nidos en los predios en los que se hará la remoción de la vegetación, en primera instancia durante los recorridos se buscarán nidos entre la vegetación, se revisará que estén desocupados y en caso de estarlo se destruirán para evitar que cualquier organismo lo ocupe después. En caso de encontrar un nido activo y después de evaluar la viabilidad de su reubicación, se seguirán las siguientes recomendaciones:

Para evitar que el olor del personal encargado de mover el nido se impregne en éste y aleje a los padres, se utilizarán guantes de carnaza, evitando tocar a las crías/huevos y evitando en lo posible destrozar el nido, el cual será colocado en una zona contigua con el mismo tipo de vegetación.

No obstante, a fin de propiciar la migración de individuos, será necesario recurrir a técnicas de amedrentamiento (Hawthorne, 1987[7]), encaminadas sobre todo a desplazar o ahuyentar especies de aves.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI.2.8.5.5 Registros

Las actividades de rescate y reubicación serán registradas en bitácoras donde se asentarán, minino los siguientes datos: Nombre del proyecto, nombre de la contratista responsable de las actividades de rescate, fecha de rescate, coordenadas de rescate, nombre de la especie, número de individuos rescatados, nombre o identificador del sitio de reubicación, coordenadas de reubicación, así como la técnica de rescate utilizada. Posteriormente, la información será concentrada en una tabla de Excel, con la finalidad de poder manejar mejor los datos y realizar los análisis correspondientes.

Como medio de comprobación de las actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre, se realizarán informes anuales durante el tiempo que duren las actividades de preparación del sitio y construcción, estos informes serán entregados a la autoridad con la frecuencia que ésta determine en el oficio resolutivo que emita, los informes que se entreguen a la autoridad deberán contener las actividades realizadas durante el periodo, evidencia fotográfica y evaluación de los indicadores de realización y eficacia.

VI.2.8.5.6 Indicadores

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.19 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.

Indicador de eficacia

Los indicadores de eficacia miden los resultados obtenidos por la aplicación del programa, tratándose de fauna silvestre y en virtud de su movilidad, la mayoría son no cuantificables.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

Así mismo, podrá observarse la sobrevivencia de los ejemplares de fauna al **momento de su liberación**, mediante este indicador se evaluará que las técnicas de manejo y su ejecución hayan sido adecuadas, cumpliendo con el objetivo de salvaguardar el bienestar de los individuos rescatados.

$$E_{\%sv} = \frac{S_l}{S_c} x100$$

Donde:

E%sv = Porcentaje sobrevivencia de los individuos reubicados, al momento de su liberación.

S_l = Número de individuos vivos liberados.

S_C = Número de individuos capturados.

Para este indicador el umbral permisible es el 100%, pues no se admitirán pérdidas derivadas de un mal manejo.

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 de colocación de chip, marcaje, captura y recaptura o alguna otra técnica que permita monitorea a los individuos reubicados; situación que sometería a la fauna de forma innecesaria a fuertes presiones de estrés o posible daño físico.

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 sitio único o con características excepcionales imposibles de encontrar en otro sitio.

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

VI.2.8.6 Colocación de accesorios, sitios de percha y disuasores de aves en la Línea de transmisión y estructuras

Este conjunto de actividades se enfocará a prevenir la mortandad o daño de fauna voladora por la presencia de la infraestructura del **Proyecto**, en este sentido, las especies objetivo son las siguientes, las cuales fueron identificadas en el Capítulo IV del presente estudio, las cuales fueron registradas en los muestreos del **SAR**, **AI** y **AP**.

Tabla VI.20. Especies de aves registradas en el SAR, AI y AP.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo plagiatus	Aguililla Gris
		Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera
Anseriformes	Anatidae	Dendrocygna autumnalis	Pijije Alas Blancas
Apodiformes	Trochilidae	Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo
Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes aura	Zopilote Aura
		Coragyps atratus	Zopilote Común
Charadriiformes	Recurvirostridae	Himantopus mexicanus	Monjita
Columbiformes	Columbidae	Columbina inca	Tortolita Cola Larga
		Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas
Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy
Falconiformes	Falconidae	Caracara plancus	Caracara Quebrantahuesos
		Falco sparverius	Cernícalo
Galliformes	Cracidae	Ortalis vetula	Chachalaca Oriental
Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax morio	Piapia
	Fringillidae	Euphonia affinis	Eufonia Garganta Negra
	Icteridae	Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor
		Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos
		Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor
	Mimidae	Mimus polyglottos	Centzontle
	Parulidae	Cardellina pusilla	Chipe Corona Negra
		Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo
		Setophaga virens	Chipe Dorso Verde
		Setophaga petechia	Chipe Amarillo
	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita Azulgrís
	Turdidae	Turdus grayi	Mirlo Café
	Tyrannidae	Myiozetetes similis	Luisito Común

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
		Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo
		Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito
		Tyrannus forficatus	Tirano Tijereta
		Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí
Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea herodias	Garza Morena
		Ardea ibis	Garza Ganadera Occidental
		Egretta thula	Garza Dedos Dorados
	Threskiornithidae	Eudocimus albus	Ibis Blanco
Piciformes	Picidae	Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje
Suliformes	Phalacrocoracidae	Nannopterum brasilianum	Cormorán

Tabla VI.21. Especies de quirópteros registrados en el SAR, AI y AP.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Molossidae	*Eumops sp*	Murciélago de bonete
	Molossus rufus	Murciélago mastín negro
	Nyctinomops laticaudatus	Murciélago cola suelta ancha
	Nyctinomops macrotis	Murciélago cola suelta mayor
	Tadarida brasiliensis	Murciélago cola suelta brasileño
Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*	Murciélago barba arrugada norteño
	Pteronotus fulvus	Murciélago lomo pelon menor
Vespertilionidae	*Antrozous pallidus*	Murciélago pálido
	Lasiurus cinereus	Murciélago cola peluda canoso
	Lasiurus ega	Murciélago cola peluda amarillo
	Lasiurus frantzii	Murciélago Cola Peluda de Blossevil
	Lasiurus intermedius	Murciélago cola peluda norteño
	Myotis velifer	Miotis mexicano

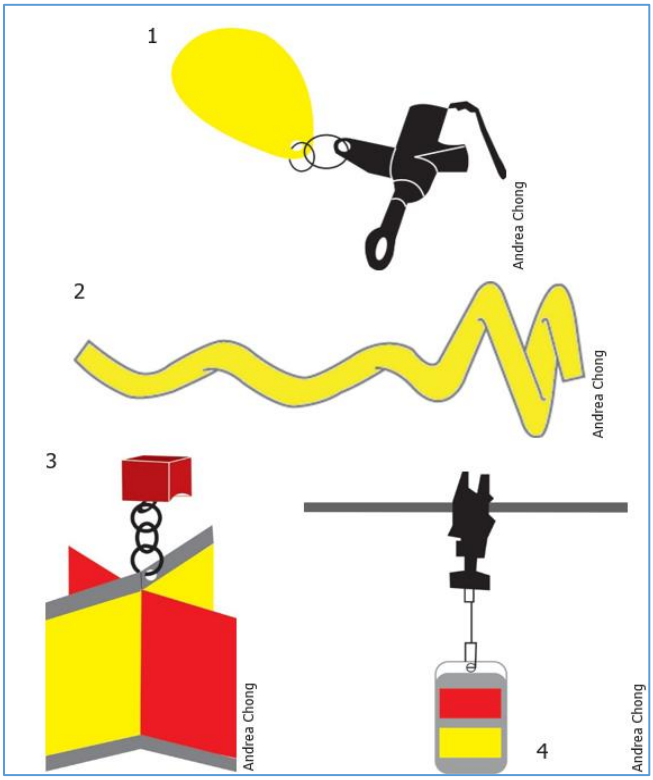
a) Medidas para evitar colisiones en la línea de transmisión

Para evitar problemas de colisión con líneas de transmisión, se deben tomar en cuenta ciertos aspectos al considerar la construcción de una nueva línea, tal como incrementar la visibilidad de las líneas de transmisión, especialmente el cable guía, con dispositivos como **desviadores de aves en vuelo**, que reducen hasta en 80% las colisiones, ya que permiten que las aves vean las líneas, además de que producen sonido cuando hay viento.

El sistema más estudiado y el más efectivo reportado en la literatura es el marcaje del cable de guarda con dispositivos para el desvío de aves en vuelo. Entre los dispositivos disponibles en el mercado se encuentran los desviadores de aves en vuelo en espiral, las “aletas” y las aspas verticales, como se ejemplifica en seguida.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura VI.9. Dispositivos para el desvío de aves en vuelo (1. Aleta 2. Espiral 3. Aspa vertical 4. Aleta).



Se recomienda colocar los dispositivos dejando 5 metros entre cada uno. En caso de colocarse en cables paralelos, se pueden colocar cada 10 metros a intervalos, es decir, en disposición tres bolillo, con lo que se logra una vista como si estuvieran separados cada 5 metros.

En el caso del proyecto se instalarán dispositivos señaladores para prevenir la colisión de aves en los cables de guarda de la Línea de Transmisión.

Los dispositivos señalizadores deberán instalarse posterior al tendido y tensado de los cables de guarda, asegurándose que éstos no interfieran con el funcionamiento y seguridad física del hilo de guarda.

El cumplimiento del presente procedimiento debe ser evidenciado por medio de la presentación de las siguientes pruebas:

- Factura de la adquisición de disuasores de vuelo de aves;
- Fotos de la colocación de disuasores de vuelo de aves.

b) Medidas para evitar la electrocución en estructuras

Las aves suelen usar las estructuras de las líneas de distribución como sitios para perchar y para anidar, y son lugares ideales para cazar. Los postes de las líneas eléctricas atraen a las aves por diversas razones:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Incrementan el rango de visión y la velocidad de las aves mientras cazan.
- Los postes son buenas plataformas para cazar y perchar, especialmente en lugares donde la vegetación es baja y el terreno es plano.
- La localización de los postes ayuda a las aves a delimitar sus territorios.
- Los postes brindan sombra o sol dependiendo de las necesidades del ave.

La electrocución de aves ocurre con mayor frecuencia en las líneas de distribución. Esto se debe a las distancias entre fases y entre una fase y los diferentes elementos de la estructura que pueden estar sin aislar. En la actualidad ya se cuenta con información sobre modificaciones que se pueden realizar en las estructuras problema.

Como medidas generales para evitar la electrocución en estructuras al posarse o anidar se contemplarán la siguientes:

- **Disuasores de posada o guardaperchas**: La función de estas estructuras es evitar se acerquen o se perchen las aves en postes no adecuados, es decir aquellos que no cumplan ni con las distancias ni con el aislamiento de partes energizadas.
  En su mayoría estos elementos tienen la función de evitar que el ave tome contacto fase-tierra.
- **Disuasores de nidificación**: Son dispositivos que evitan la nidificación en los apoyos mediante elementos que dificultan la fabricación de los nidos.
- **Colocación de plataformas de anidación**: La implementación de plataformas seguras para la anidación ha resultado ser una medida útil evitando las electrocuciones en aves. Esta solución consiste en alentar la anidación en los lugares deseados, a través del posicionamiento de plataformas en lugares seguros, ya que se ha observado que es más efectivo el dar una alternativa a las aves, más que tratar de ahuyentarlas.
  Las plataformas pueden construirse con maderas descartadas de la construcción de los postes y deben ser lo suficientemente anchas como para cubrir las estructuras energizadas, ubicándolas en la parte superior o en medio del poste, lo más alejado posible de las partes riesgosas, como se ejemplifica en seguida.

Figura VI.10. Plataforma artificial de anidación.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Por otro lado, de forma específica, a continuación, se describen los principales problemas de las estructuras y las soluciones aplicables a cada caso.

Crucetas

- Problemática

La mayoría de las crucetas utilizadas en nuestro país son metálicas y su longitud es de 2 metros. Un serio problema se presenta cuando se colocan crucetas de metal en postes de concreto con estructura de soporte interna de varilla. Cuando las crucetas conductoras son montadas en estos postes se crea una sólida conexión a tierra. Un ave grande únicamente necesita pararse en la cruceta y tocar una fase energizada para electrocutarse.

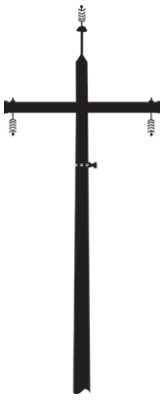
Las crucetas metálicas hacen que todas aquellas partes sin aislar que se encuentran sobre un poste pueden llegar a causar la electrocución de aves.

- Medida

Para evitar las electrocuciones se sugiere una longitud mínima de 2.5 metros, lo cual ofrece un mayor espacio para separar las fases. Se sugiere, además, que en los casos donde sea posible, se coloquen crucetas de madera o de fibra de vidrio, que han resultado muy efectivas para evitar electrocuciones.

Una solución alternativa es el armar los postes en forma diferente, con los conductores energizados por debajo de la cruceta, en vez de colocarlos sobre esta. Suspender los conductores permite a las aves perchar en la cruceta sin acercarse a los cables energizados. Se debe colocarse una cubierta en la punta del poste para desalentar a las aves a perchar. Suspender los aisladores y conductores permite a su vez lograr una separación de 152 centímetros, distancia recomendada por la Fundación para la Investigación de las Rapaces si se utilizan crucetas cortas. Como se ejemplifica en la siguiente figura.

Figura VI.11. Poste trifásico modificado con aisladores y conductores suspendidos



Aisladores

- Problemática

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En México se pueden encontrar diferentes tipos de aisladores, dependiendo del año en el que fue construida la línea y el tipo de aislador disponible en ese momento. Se pueden encontrar aisladores cortos tipo alfiler o aisladores largos tipo poste.

Los aisladores cortos tipo alfiler representan un mayor riesgo y se han encontrado aves electrocutadas debajo de postes con este tipo de aislador.

Los aisladores tipo poste incrementan la separación eléctrica entre el cable y la cruceta de metal. Aunque esto suele hacerse como protección contra los rayos, brinda protección adicional a las aves.

Los aisladores tipo poste son más seguros para aves grandes, sin embargo, aves como los cuervos pueden llegar a electrocutarse ya que son más pequeñas que la separación entre la fase y la cruceta. Cuando el cuervo se para sobre una cruceta a tierra, se acerca al cable fase y se electrocuta.

- Medida

Los aisladores cortos pueden incrementar el riesgo de electrocución para aves más grandes. Se deben utilizar aisladores más largos ya que son más seguros.

c) En el área de paneles solares

Se colocarán disuasores 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.

Colocación de ahuyentadores de pájaros bioacústicos: dispositivos que emiten sonidos específicos para ahuyentar a diferentes tipos de aves, cubriendo áreas extensas.

Para evitar la colisión de aves con el vallado perimetral, así como otros efectos negativos derivados de la pérdida de conectividad en la zona de proyecto, se consideraría muy favorable para la movilidad de la fauna prescindir de dicho vallado. No obstante, teniendo en cuenta la dificultad en la mayor parte de los casos de prescindir de esta estructura, por motivos de seguridad de la instalación, se recomienda el empleo de malla cinegética con las siguientes características:

- Señalización del vallado con elementos de alta visibilidad, prioritariamente naturales, para evitar la colisión de las aves.
- Diseño constructivo para evitar el efecto barrera:
    - Se evitará la presencia de elementos punzantes que puedan causar heridas a la fauna.
    - Luz de la malla superior a 15 cm.
    - No se enterrará el mallado para que puedan pasar pequeños vertebrados. Se evitará cementación de bloque en la parte inferior para permitir a ciertos mamíferos excavar pasos que comuniquen el exterior con el interior del recinto.

Se evitará la iluminación del parque siempre que sea posible, utilizando un régimen nocturno reducido a lo imprescindible. Así mismo, los puntos de luz nunca serán de tipo globo y se procurará que el tipo empleado no disperse el haz luminoso, el cual debe enfocarse hacia abajo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Objetivo: Evitar la mortandad de fauna por electrocución o colisión con paneles, estructuras y línea de transmisión.

Indicadores de realización: Cantidad de dispositivos colocados.

Frecuencia: recorridos mensuales para verificar el buen estado de los dispositivos colocados, así como para verificar la presencia de cadáveres de fauna voladora que puedan se indicio de la falta de dispositivos o de su efectividad.

Valor umbral: con la aplicación de las acciones específicas se pretende evitar la muerte de fauna voladora por electrocución o colisión con el Proyecto.

Momento de análisis: mensualmente se entregará el reporte de los recorridos al responsable ambiental los registros y bitácoras.

Durante los primeros cinco años de la etapa de operación del Planta fotovoltaica se registran las colisiones con los paneles solares y línea de transmisión, en caso de existir.

Medidas complementarias: una vez verificados los indicadores, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** determinará la necesidad de colocar o sustituir los dispositivos de disuasores de posada o guardaperchas, disuasores de nidificación, plataformas de anidación, crucetas, aisladores y señalización en vallado.

VI.2.8.7 Programa de reforestación

En este apartado se presenta un resumen de los principales apartados que componen este programa, sin embargo, el Programa completo se encuentra incluido como **Anexo VI.2** de esta **MIA-R.**

Objetivo general

Ejecutar una reforestación en el **SAR** con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación por la implementación del **Proyecto**. Esto se llevará a cabo en una superficie de **0.3484 ha**, la cual es ligeramente mayor a la superficie forestal que resultará afectada.

Objetivos específicos

- Realizar una reforestación en el **AI** o **SAR** con fines de compensación y restauración forestal.
- Reforestar con plantas nativas de la zona.
- Realizar reposición de las pérdidas de plantas un año después del desarrollo de la reforestación en el **AI** o **SAR**.

VI.2.8.7.1.1 Selección del sitio a reforestar

El sitio donde se establecerá el Programa de reforestación será en el **SAR**, las cuales comprenderán una superficie de **0.3484 ha**, con especies propias de la región. Se recomienda hacer recorridos de campo para conocer y analizar cuidadosamente las características sociales y ecológicas del predio, así como

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

determinar cuáles son los factores adversos del medio ambiente a los que habrá que enfrentarse para lograr una reforestación efectiva.

VI.2.8.7.1.2 Elección de las especies

El éxito de la Restauración y Reforestación está basado en la elección de especies adecuadas para reforestar, ya sea que se haga la restauración por semilla, por propagación vegetal (partes de las plantas) o con individuos completos. Para esto conviene elegir las especies provenientes de las actividades de rescate de vegetación, así como especies de la región que mejor se adapten a las condiciones del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras. Para elegir la especie o especies adecuadas hay que realizar un recorrido previo y documentar las especies presentes cercanas al área a reforestar.

El objetivo del presente programa tiene fines de restauración, por lo que se deben seleccionar preferentemente las especies forestales nativas con posibilidades de cubrir de manera más rápida de las superficies desprovistas de vegetación.

En este sentido, se tiene que, del inventario de la totalidad de las especies a remover serán de acuerdo con lo señalado en el Capítulo IV de la **MIA-R**, así como lo señalado en las bases de datos del mismo Capítulo.

Se señala que la cantidad de los individuos para emplear en la reforestación depende de las especies, así como de los individuos por hectárea (ind/ha) registrados en los muestreos, además de considerar las densidades recomendadas por la CONAFOR para los tipos de vegetación que presenta el **Proyecto**, así como tomar en cuenta que las especies sean especies nativas y/o endémicas y que tengan un Índice de Valor de Importancia alto, dado que estas son las que le confieren la estructura a la vegetación, así como especies con potencial restaurador de suelos y pioneras en la sucesión de la vegetación.

VI.2.8.7.1.3 Criterios a considerar en el sitio a restituir

Las características ambientales mínimas que se eligieron para el Programa de reforestación son las siguientes:

- Profundidad de suelo de por lo menos 30 cm.
- Textura de suelo que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados y textura adecuada).
- Existencia de un estrato herbáceo que al menos alcance a cubrir el 80% del terreno.
- Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo, que si se acompañara la Restauración y Reforestación con obras de apoyo.
- Terrenos que presenten el mismo clima del área del **Proyecto**, en el cual se presente el mismo tipo de vegetación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI.2.8.7.1.4 Indicadores de eficacia

Para medir la realización y eficacia del Programa de reforestación se tendrán a consideración los siguientes indicadores.

Tabla VI.22. Indicadores de realización y eficacia.

Objetivo	Nombre del Indicador	Método del Cálculo	Unidad	Medición	Meta (%)
Sobrevivencia de reforestación	Porcentaje de sobrevivencia en campo de la reforestación-PEF	((plantas vivas) / (plantas vivas + plantas muertas)) * 100	Porcentaje	Anual	80
Superficie con acciones de reforestación ejecutados	Porcentaje de avance en las acciones de reforestación.	(Superficie con acciones de reforestación) / (Superficie comprometida para la ejecución de acciones de reforestación) *100	Porcentaje	Trimestral	100

1 Mella J. 2005. Guía de campo Reptiles de Chile: Zona Central. CEA Ediciones, Valdivia.

2 Donoso-Barros R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago

3 Aguirre León, Gustavo. 2011. “Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles” en Gallina Tessaro, Sonia y López González, Carlos (editores). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Universidad Autónoma de Querétaro. 390p.

4 Mata Cruz, Andrés. 2012. Manual de procedimientos para el manejo de serpientes en cautiverio en el herpetario Patrulla animal. Trabajo práctico de licenciatura. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Universidad Veracruzana.

5 Gallina-Tessaro, S., & López González, C. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología, AC México. 390p..

6 Mills, James N.; Childs, James E.; Ksiazek, Thomas y Peters, C.J. 1998. Métodos de trampeo y muestreo de pequeños mamíferos para estudios virológicos. Organización Panamericana de la Salud.

7 HAWTHORNE, W. D. (1987). Daños Provocados por Animales Silvestres y Técnicas de Control. En: Manual de Técnicas de gestión de vida silvestre. S. D. Schemnitz (Ed).The Wildlife Society, USA. 431-462

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

PROYECTO

“PV CHABACANES SOLAR”

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

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA. Se elimina la información confidencial con fundamento en los artículos 113 y 118 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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 15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII.1. Descripción y análisis de los tres escenarios Sin proyecto, Con proyecto sin medidas, 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	En el área donde se ubica el SAR, AI y AP se identifica el clima cálido subhúmedo. La temperatura media anual comprendida entre el periodo de 1925 al 2024 es de 31.1°C, con una máxima de 41 °C y una mínima de 15.8°C. La precipitación promedio anual reportada durante el periodo fue de 307.2 mm, el mes con mayor acumulación de agua fue septiembre con una precipitación máxima de 898.5 mm, mientras que los meses de enero a junio han reportado 0 mm de precipitación. En cuanto al nivel de peligro por fenómenos meteorológicos en el SAR, AI y AP, este se presenta de la siguiente forma: el nivel de peligro por heladas es muy bajo; por ciclones tropicales es medio; por granizo es muy bajo; así mismo, se encuentran en una zona donde el nivel de peligro por sequía es medio. **Tendencia:** El clima es un componente abiótico en constante variación, por lo que es complicado predecir los cambios en este componente, o el estado de conservación o deterioro regional que guarda, en este sentido se considera que los cambios que llegasen a presentar en temperatura, humedad, precipitación y ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos dependerán de cambios a nivel global.	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.
Aire	De acuerdo con el inventario de emisiones de GEI para el municipio de Ozuluama, Veracruz, 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,	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.	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

	Tendencia Dado el uso de suelo predominante en el SAR, correspondiente a pastizal cultivado y agricultura, es posible que se mantengan como predominantes las emisiones derivadas de la actividad agropecuaria.	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.	**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, lo anterior derivado de que los parques solares se consideran una energía limpia y renovable.
Suelos	En el **SAR, AI** y **AP** los tipos de suelo presentes son kastañozem y vertisol. De acuerdo con el Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I (**INEGI**, 2013), el **SAR, AI y AP** se ubican en áreas tanto sin erosión como áreas con erosión hídrica laminar en grado leve. De acuerdo con la estimación de la erosión hídrica para el **SAR**, **AI** y **AP**, se obtuvo que actualmente en el **SAR** la tasa de erosión hídrica es de 3.92 ton/ha/año, mientras que en el **AI** es de 1.24 ton/ha/año, finalmente, en el área por afectar del **AP** la tasa de erosión obtenida es de 0.92 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	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 incrementapasando de 0.92 ton/ha/año a 25.02 ton/ha/año, lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie pasa de 123.21 ton/año a 3,359.57 ton/año, con un incremento de 3,236.36 ton/año, manteniéndose en una clasificación baja; este incremento a nivel del SAR representa el 6.95%	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

	43,305.33 ton/año en el **SAR**, en el **AI** es de 639.22 ton/año y en el área por afectar del **AP** es de 123.21 ton/año.. Con respecto a la erosión eólica se obtuvo que, actualmente en el **SAR** la tasa es de 2.18 toneladas por hectárea por año (ton/ha/año), en el **AI** es de 2.08 ton/ha/año, y en el área por afectar del Área del Proyecto es de 2.03 ton/ha/año. Todas estas tasas se clasifican dentro del rango de “sin erosión”, ya que se encuentran significativamente por debajo del umbral de 12 ton/ha/año, establecido como límite para considerar la presencia de erosión. Al extrapolar estas tasas a las superficies correspondientes, se estimó que la pérdida actual de suelo por erosión eólica asciende a 24,064.31 toneladas anuales en el **SAR**, 1,076.32 ton/año en el **AI**, y 273.10 ton/año en el área por afectar del **AP**. **Tendencia.** Dada la fuerte actividad agropecuaria de la zona, la calidad del suelo podría presentar una tendencia al deterioro por posible incremento de áreas con erosión hídrica laminar, así como degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, cuyas causas principales son el sobrepastoreo y las actividades agrícolas; esto último identificado con la cartografía de Degradación del suelo de la CONABIO.	y en el AI es del 83.51%, mientras que para el AP representa 27 veces. Mientras que, la tasa de erosión eólica en el **AP,** la Tasa de erosión eólica pasa de 2.03 a 6.52 toneladas por hectárea por año (ton/ha/año), lo que representa un incremento de aproximadamente tres veces en la pérdida de suelo, pasando de 273.10 a 875.63 toneladas anuales, es decir, un aumento absoluto de 602.52 ton/año. Este incremento representa el 2.44% a nivel del Sitio SAR, el 35.89% en el Área de Influencia (AI), y una variación equivalente a tres veces en el Área del Proyecto (AP). **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 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.	que, mediante la ejecución de acciones de revegetación, es posible alcanzar condiciones que se asemejen o mejoren las actuales.

Hidrología	Se observó que, dentro del **SAR** se localizan escurrimientos y cuerpos de agua de tipo intermitente, se presentan 417 corrientes de tipo intermitente correspondientes al orden 1,2,3 y 4, sumando un total de 186.46 km dentro el **SAR**. Así mismo, en el **AI** se presentan 28 corrientes de tipo intermitente de orden 1, 2 y 3, que en conjunto suman una longitud total de 7.36 km, finalmente en el **AP** solo se registran 8 corrientes de tipo intermitente de orden 1 y 2 con una longitud de 0.53 km. El SAR incide sobre el acuífero Tampico – Misantla, el cual presenta una disponibilidad media anual de agua subterránea de 103.665810 millones de metros cúbicos anuales. Con base en la estimación del balance hídrico se obtuvo que, del total precipitado en el **SAR** del volumen total de agua que se precipita el 81% se pierde en evapotranspiración, el 7% se escurre y el 12% se infiltra, porcentaje que equivale a 4,045,525.81 m³/año; mientras que, en el **AI** del 100% de la precipitación, el 81% se evapora, el 7% se escurre y el 12% se infiltra, este último equivale a 192,828.79 m³/año; finalmente, en el **AP** en condiciones actuales, del total precipitado, 81% se evapora, 7% se escurre y 12% se infiltra, infiltración que equivale a 49,490.52 m³/año. **Tendencia** La presencia de las actividades agropecuarias en la región podrían comprometer la calidad de los escurrimientos y cuerpos de agua superficiales, así como la calidad del acuífero, con respecto a la disponibilidad, el volumen de extracción conjunta asciende a 8.5 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales 8.1 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden al 95.3 por ciento, se destinan al uso público-urbano y 0.4 millones de metros cúbicos anuales, que representan el 4.7 por ciento para usos doméstico y pecuario, en este sentido, se observa que, el volumen de agua utilizado para uso agropecuario es muy bajo, y dado que esta es la principal actividad de la región, mientras que la superficie ocupada por los asentamientos humanos es muy baja, se considera que la demanda se mantenga similar a las condiciones	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% (334,948.73 m³/año), el escurrimiento será del 9% (36,393.38 m³/año) y la infiltración será del 10% (40,813.98 m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 8,676.54 m³/año, lo que representa el 17.53% del total que se infiltra en condiciones actuales en el AP (área por afectar); mientras que en el AI esta disminución representa el 4.71% y en el SAR únicamente el 0.21% **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.	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 componente hidrológico sean evitadas y/o minimizadas. Otra de las afectaciones identificadas es la probable es la 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

	actuales en tanto no se expandan los asentamientos humanos.		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. Los cuerpos de agua artificiales se mantendrán
Uso de suelo y vegetación	Como resultado del trabajo de campo, se obtuvieron 7 usos de suelo y tipos vegetación dentro del **SAR**, 4 tipos de coberturas para el **AI** y 3 coberturas para 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 arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) y Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ) y únicamente (VSA/SMQ) en el **AI** y **AP**. Ahora bien, el uso de suelo predominante es Pastizal cultivado, se registra en las 3 áreas interés (**SAR, AI y AP**) en mayor cantidad, teniendo que para el **SAR** ocupa una superficie del 74.96%, en el **AI** el 93.63% y en el **AP** el 97.61%, mientras que la Agricultura de temporal permanente es el otro uso de suelo dominante, dado que se encuentra representado en el 6.51% del **SAR**, el 2.57% del AI y el 2.13% 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 403,295.24 ton/año, en el AI es de 4,976.00 ton/año, mientras que en el AP corresponde a 110.84 ton/año; la cantidad de oxígeno generado por la vegetación presente actualmente en la superficie total del **SAR** que corresponde a 1,075,453.98ton/año, en el AI es de 13,274.65 ton/año y en el AP corresponde a 295.57 ton/año .	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 131.043ha de pastizal cultivado y 2.8614 ha de agricultura de temporal permanente y 0.3484 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Ahora bien, se desplantará en una superficie de 0.3484 ha, donde existirá modificación a vegetación forestal. En las áreas forestales se considera la afectación a la abundancia y cobertura de la vegetación presente en el área del Proyecto por la remoción de vegetación forestal secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Cabe señalar que tanto en el área del Proyecto como en el área de influencia no se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran resultar afectadas. De acuerdo con la valoración realizada, los impactos presentan un valor de muy significativo. 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 zona, es decir las 110.84 ton/año; lo cual a nivel del **SAR** representa el 0.03% y en el **AI** corresponde al 2.2%; con esta disminución la cifra de CO_2 captado en la totalidad del **SAR** pasará a 403,184.40 ton/año, en el AI será de 4,867.15 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 295.57 ton/año; lo cual a nivel del SAR representa el 0.03% y en el AI corresponde	Con la inserción del Proyecto se modificarán las proporciones en cuanto a superficie por uso de suelo presente en la región, teniendo una menor proporción de áreas de pastizales y superficie forestal, sin embargo, mediante acciones de reforestación se prevé que se compensen los impactos sobre la abundancia, diversidad y cobertura vegetal forestal, medidas que permitirán que el impacto sobre la diversidad se vuelva poco significativo y que el impacto sobre la cobertura vegetal sea no significativo. 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 y una reforestación en 0.3484 ha

	Tendencia. El uso de suelo y vegetación seguirá modificándose, con un avance en el uso agrícola y de pastizal cultivado debido a las actividades predominantes de agricultura y ganadería en la región, que va desplazando paulatinamente la vegetación nativa, al grado que, actualmente sólo se conservan fragmentos de vegetación en las áreas con relieve más accidentado. La riqueza y diversidad de especies nativas, podrían verse desplazadas del SAR debido a los cambios de uso de suelo por la expansión de usos no forestales, tales como el agrícola y de asentamientos humanos, permaneciendo la vegetación en aquellas áreas con relieve más accidentado.	2.2%; con esta disminución la cifra de oxígeno generado en la totalidad del SAR pasará a 1,075,158.41 ton/año, y en el AI será de 12,979.08 ton/año, mientras que para el AP será 0. **Tendencia**. El desarrollo del **Proyecto** implicará la remoción de vegetación forestal, por lo tanto, se afectará la reducción de los servicios ambientales como la captura de carbono y la generación de oxígeno a nivel regional.	
Flora	A partir del trabajo de campo y el análisis de datos en 9 sitios de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, distribuidos en 3 puntos de muestreo en el **SAR**, 3 en el **AI** y 3 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 42 especies. **Es importante mencionar que *Cedrela odorata* (Cedro) 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 este criterio, los resultados del presente estudio sugieren una baja diversidad en el estrato arbóreo en las tres áreas del proyecto (VSA/SMQ), con valores inferiores a 2.00. En contraste, los estratos arbustivo y herbáceo presentan una diversidad media, con valores que oscilan entre 2.00 y 2.50. En cuanto al índice de equidad de Pielou, los resultados indican que, en los estratos arbóreo y arbustivo, no existen dominancias marcadas entre las	Con el desarrollo de la etapa de preparación del sitio y construcción se afectará la abundancia y diversidad de flora presente en el AP debido a la remoción de la vegetación forestal. 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 y pastizal inducido, 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 estrato herbáceo sobre el derecho de vía y las áreas que no sean selladas. En virtud de las actividades de deshierbe, 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.

	especies, ya que los valores obtenidos se encuentran por debajo de 1, oscilando entre 0.63 y 0.86 en las tres áreas evaluadas. **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.		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. Así mismo, se reforestarán **261** individuos pertenecientes a 14 especies pertenecientes al tipo de vegetación registrada en el **AP**. esto con la finalidad de mantener las condiciones actuales del sitio una vez implantado el proyecto. 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 flora silvestre.
Fauna	Conforme al muestreo realizado los resultados obtenidos permitieron corroborar la presencia de 36 aves, 3 mamíferos terrestres, 4 reptiles y 13 especies de mamíferos voladores, pertenecientes al grupo de los quirópteros. De manera general, en el SAR se observó el mayor número de especies para los 3 grupos incluyendo los quirópteros. 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. Losíndices de diversidad obtenidos para la muestra del **SAR**, **AI y AP**, así como las especies **en NOM-059-SEMARNAT-2010** registradas tanto mediante el muestreo realizado, en donde se observa que en general la diversidad de fauna resultó media en las 3 áreas muestreadas, mientras que, por grupo	El desarrollo del Proyecto probablemente tendrá un efecto negativo sobre la abundancia de fauna, especialmente aves que pudieran hacer uso de las áreas del AP o AI, debido al desplazamiento de los individuos por la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como en caso de captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del proyecto, como por la circulación de vehículos, esto último en caso de que llegaran a tener incidencia individuos de fauna como reptiles o mamíferos pequeños. 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 mortandad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura y a la incidencia del flujo de calor producido por los paneles solares, así como por la posible quema de plumaje y/o electrocución con la Línea de Transmisión. Así mismo, se afectará el hábitat natural de las especies que hacen uso de las áreas forestales que resultarán afectadas. Estos impactos fueron valorados como muy significativos sin la implementación de medidas.	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.

	faunístico, resultó media para aves y baja para mamíferos y herpetofauna, se observa que los valores resultaron mayores en el **SAR** con respecto al **AI y AP**; finalmente se observa que sólo se registraron 2 especies de reptiles en riesgo, con presencia en las 3 áreas. **Tendencia.** Es importante señalar que la instalación de la Planta fotovoltaica no afectará de manera significativa a la fauna, ya que la mayoría las especies más sensibles a los cambios en su hábitat podrían verse desplazadas hacia las zonas mejor conservadas del **SAR** debido a los cambios de uso de suelo por la expansión de usos no forestales, tales como el agrícola y de pastizales, permaneciendo aquellas especies adaptadas a la vegetación agrícola, de pastizales y urbana de la zona, en su mayoría aves debido a su amplia movilidad. Dada la distribución del uso de suelo en el SAR se observa que los fragmentos de vegetación nativa que fungen como hábitats de mejor calidad son escasos en la región y se ubican principalmente en zonas con relieve más accidentado, los cuales podrían estar en riesgo de disminuir debido al avance de la frontera agrícola y de pastizales.	**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.	Asimismo, se debe considerar que el **Proyecto** no se prevé el confinamiento de las 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	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. **Tendencia** La calidad del paisaje en el AI y AP, así como en las zonas más próximas a estas áreas, permanecerá similar a como se encuentra, sí el uso de suelo permanece como agrícola; mientras que en el SAR tiene una tendencia al deterioro en caso de	Con la inserción del Proyecto, desde su etapa de preparación del sitio y construcción se afectará visualmente la calidad del paisaje en el AP y AI, debido a la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos; y principalmente por las estructuras del Proyecto, las cuales serán permanentes y visibles a distancia. El impacto sobre el paisaje se valoró como muy significativo. **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	Como parte de la implementación del Proyecto se llevará a cabo la remoción de vegetación, lo 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

	desplazamiento de áreas forestales por usos agrícolas, asentamientos humanos, entre otros.	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.	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	Condiciones actuales De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI (2020), la población total del municipio de Ozuluama de Mascareñas es de 22,756 habitantes, en este municipio se ubican el SAR, AI y AP. Es importante destacar la progresiva tendencia decreciente para el periodo 1995-2020, presentándose destacados incrementos en los periodos 2005-2015. Sin embargo, es posible identificar que, durante el último lustro, la población del municipio ha tenido una disminución relativamente baja. De acuerdo con datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), el municipio de Ozuluama de Mascareñas presenta un índice de marginación de 50.5, clasificándolo, así como un municipio que posee un grado de marginación alto. La marginación alta sugiere que la mayor parte de la población no tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes, mientras que, en el caso de Villa Aldama una menor población tiene acceso a estos bienes y servicios. Al finalizar el año 2020, el municipio de Ozuluama de Mascareñas contaba con una población mayor de 12 años de 18,573 personas. Dentro de la población económicamente activa se tiene que 11,301 personas se encuentran ocupadas y 69 están desocupadas. **Tendencia** La tendencia poblacional sugiere una disminución de la población en el municipio, lo anterior puede deberse	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, 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**.	La implementación del **Proyecto** no influirá en cambios en la dinámica demográfica de la población presente en el **SAR** o en el municipio sobre el cual incide el **Proyecto.** 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.

	a una alta marginación, que motiva a los habitantes a migrar en busca de mejores oportunidades de vida.		

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 ambiental	Clave	Clave y denominación del impacto	Carácter	Significancia de impactos sin medidas
Abiótico	Suelo	SUE1	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	-	S
		SUE2	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	-	MMS
	Aire	AIR1	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	-	MS
		AIR2	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	-	MS
	Hidrología superficial	HSUP1	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	-	S
		HSUP2	HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento	-	MMS
	Hidrología subterránea	HSUB1	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	-	S
		HSUB2	HSUB2. Disminución de la infiltración.	-	MMS
Biótico	Flora	FLO1	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	-	MMS
		FLO2	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	-	MMS
	Fauna	FAU1	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	-	MMS
		FAU2	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	-	MMS
		FAU3	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	-	MMS
Perceptual	Paisaje	PAI1	PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.	-	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.
7. Programa de Reforestación.

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 ambiental	Clave	Clave y denominación del impacto	Carácter	Significancia de impacto con medidas
Abiótico	Suelo	SUE1	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	-	NS
		SUE2	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	-	NS
	Aire	AIR1	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	-	NS
		AIR2	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	-	NS
	Hidrología superficial	HSUP1	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	-	NS
		HSUP2	HSUP2. Modificación de los patrones de escurrimiento	-	NS
	Hidrología subterránea	HSUB1	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	-	NS
		HSUB2	HSUB2. Disminución de la infiltración.	-	NS
Biótico	Flora	FLO1	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	-	PS
		FLO2	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	-	NS
	Fauna	FAU1	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	-	PS
		FAU2	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	-	S
		FAU3	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	-	NS
Perceptual	Paisaje	PAI1	PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje.	-	S

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

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO

“PV CHABACANES SOLAR”

Solarig

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

VERSIÓN PÚBLICA. Se elimina la información confidencial con fundamento en los artículos 113 y 118 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Índice

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 3

VIII.1. Cartografía general 3

VIII.2. Videos 5

VIII.3. Glosario de términos y abreviaturas 5

VIII.4. Referencias bibliográficas 6

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Este estudio se realizó considerando los aspectos indicados en la LGEEPA y su reglamento aplicable en esta materia.

En cada apartado se han descrito los elementos metodológicos utilizados, especialmente en el trabajo de campo realizado.

Integrados al documento se presentan mapas, figuras, tablas y gráficas que fungen como material visual de apoyo.

Las metodologías de muestreo de flora y fauna, así como para identificar, jerarquización y evaluación de los impactos ambientales utilizadas son comunes en este tipo de trabajo (impacto ambiental) y han demostrado ser eficaces para obtener 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.1. **Cartografía general**

A continuación, se presenta el listado cartográfico de la **MIA-R,** misma que se presenta como **Anexo** de este capítulo:

Capítulo I

- Ubicación del Proyecto

Capítulo II

- Componentes del Proyecto
- Localización regional
- Localización local
- Pendientes
- Topografía
- Vulnerabilidad a deslaves
- Vulnerabilidad a inundaciones

Capítulo III

- Ubicación del Proyecto con respecto a Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación
- Ubicación del Proyecto con respecto a Área de importancia para la conservación de aves
- Ubicación del Proyecto con respecto a Áreas Naturales Protegidas
- Ubicación del Proyecto con respecto a Regiones Marinas Prioritarias
- Ubicación del Proyecto con respecto a Regiones Terrestres Prioritarias
- Ubicación del Proyecto con respecto a Regiones Hidrológicas Prioritarias
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios de Atención Prioritaria
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Prioritarios Marinos
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Prioritarios para la Restauración

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Prioritarios Terrestres
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios RAMSAR
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Arqueológicos
- Ubicación del Proyecto con respecto a Unidades de Manejo Ambiental
- Ubicación del Proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
- Ubicación del Proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Marino del Golfo de México
- Ubicación del Proyecto con respecto al Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz

Capítulo IV

- Sistema Ambiental Regional, Área de Influencia y Área del Proyecto
- Ubicación del Proyecto
- Unidades climáticas presentes en el SAR
- Ubicación de la estación meteorológica 30122 más cercana al SAR, AI y AP
- Temperatura media, máxima y mínima promedio según los datos de la EMA 30122
- Precipitación media, máxima y mínima promedio según los datos de la EMA 30122
- Mapa de recurso solar Potencial Eléctrico Fotovoltaico durante el periodo 1999-2018. Fuente: SOLARGIS
- Nivel de peligro por ciclones tropicales en el AP, AI y SAR
- Nivel de peligro por sequía en el AP, AI y SAR
- Nivel de peligro por heladas en el AP, AI y SAR
- Nivel de peligro por granizo en el AP, AI y SAR
- Nivel de peligro por inundaciones en el AP, AI y SAR
- Provincias y subprovincias fisiográficas que inciden en el AP, AI y SAR
- Sistema de topoformas que inciden en el AP, AI y SAR
- Rango altitudinal del AP, AI y SAR
- Unidades litoestratigráficas que inciden en el AP, AI y SAR
- Fallas y fracturas que inciden en el AP, AI y SAR
- Ubicación del AP, AI y SAR en la Regionalización sísmica de México
- Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la intensidad sísmica de México (Escala de Mercalli)
- Nivel de peligro por deslizamientos de laderas en el AP, AI y SAR
- Nivel de peligro por hundimientos en el AP, AI y SAR
- Unidades edafológicas que inciden en el AP, AI y SAR
- Tipos de erosión presente en el SAR, AI y AP
- Región y cuenca hidrológica sobre la que incide el SAR, AI y AP
- Subcuenca y microcuenca hidrológica sobre la que incide el SAR, AI y AP
- Hidrología superficial que incide en el SAR, AI y AP
- Tipos de escurrimientos que incide en el SAR
- Tipos de escurrimientos que incide en el AI y AP
- Acuíferos que inciden en el SAR, AI y AP
- 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

- Mapa de uso de suelo y tipos 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 gráfica de los sitios de muestreo en el SAR
- Distribución gráfica de los sitios de muestreo en el AI y AP
- Representación gráfica de la ubicación de los transectos dentro del SAR
- Representación gráfica de la ubicación de los transectos dentro del AI y AP
- Regionalización Nacional de factor R (Becerra, 1997)
- Cambio en la distribución potencial de mamíferos terrestres en el SAR, AI y AP

Adicionalmente se presentan como Anexos de los Capítulos II, IV, V y VI los siguientes:

Capítulo II

- Área del Proyecto: archivos en formato Excel, shapefile y kmz.
- Componentes: archivos en formato Excel, shapefile y kmz.

Capítulo IV

- IV.1 Memoria de cálculo de flora y ubicación de sitios de muestreo
- IV.2 Memoria de cálculo de fauna y ubicación de sitios de muestreo
- IV.3 Memoria fotográfica
- IV.4 Memoria de cálculo de los servicios ambientales

Capítulo V

- Matriz de impactos ambientales

Capítulo VI

- Programa de reforestación

VIII.2. **Videos**

Para la realización del presente estudio, no fue necesaria la creación de videos.

VIII.3. **Glosario de términos y abreviaturas**

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.

AI: Área de influencia.

AP: Área del Proyecto.

ANP: Área Natural Protegida.

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 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

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”.

MIA-R: Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.

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.

SAR: 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.

UAB: Unidad Ambiental Biofísica.

UGA: Unidad de Gestión Ambiental.

VIII.4. **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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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. (08 de septiembre 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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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.

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?. 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

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.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ANEXO FOTOGRÁFICO DEL MUESTREO DE LA VEGETACIÓN Y FAUNA AL PROYECTO P

PROYECTO:

"PV CHABACANES SOLAR"

ESTUDIO:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL

1. ACTIVIDADES DE MUESTREO Y RECORRIDOS DE CAMPO 3
2. ESCENARIOS DEL PROYECTO 10
2.1.- Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SM) 10
2.2.- Pastizal Cultivado (PC).....15
3. FLORA NATIVA DEL PROYECTO.....22
4. FAUNA SILVESTRE.....29

1. ACTIVIDADES DE MUESTREO Y RECORRIDOS DE CAMPO

Ilustración 1 Actividades de levantamiento de vegetación mediante punto de muestreo



Ilustración 2 Actividades de levantamiento de vegetación mediante punto de muestreo



Ilustración 3 Actividades de levantamiento de fauna



Ilustración 4 Transectos de fauna terrestre



Ilustración 5 Cuerpo de agua identificado en los recorridos de fauna



Ilustración 6 Cuerpo de agua identificado en los recorridos de fauna



Ilustración 7 Cuerpo de agua identificado en los recorridos de fauna



Ilustración 8 Cuerpo de agua identificado en los recorridos de fauna



Ilustración 9 SE donde llegará la Línea de Transmisión



Ilustración 10 Derecho de vía de Línea de Transmisión



Ilustración 11 Derecho de vía de Línea de Transmisión



Ilustración 12 Derecho de vía de Línea de Transmisión



Ilustración 13 Derecho de vía de Línea de Transmisión



Ilustración 14 Derecho de vía de Línea de Transmisión



Ilustración 15 Derecho de vía de Línea de Transmisión



2. ESCENARIOS DEL PROYECTO

2.1.- Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SM)

En el área de estudio podemos encontrar una estructura secundaria de vegetación tipo selva mediana subperennifolia, presente en áreas segregadas del proyecto, incluyendo su Línea de transmisión y en áreas discontinuas del sistema ambiental. Este tipo de vegetación se observó que se encuentra compuesto principalmente de especies arbóreas, las especies presentes dominantes en la composición son *Guazuma ulmifolia, Adelia barbinervis* y *Leucaena leucocephala*.

Ilustración 16 Superficie panorámica de VS de selva mediana subperennifolia (VSA/SM)



Ilustración 17 Superficie panorámica de VS de selva mediana subperennifolia (VSA/SM)



Ilustración 18 Superficie panorámica de VS de selva mediana subperennifolia (VSA/SM)



Ilustración 19 Superficie panorámica de VS de selva mediana subperennifolia (VSA/SM)



Ilustración 20 Superficie panorámica de VS de selva mediana subperennifolia (VSA/SM)



Ilustración 21 Superficie panorámica de VS de selva mediana subperennifolia (VSA/SM)



Ilustración 22 Superficie panorámica de VS de selva mediana subperennifolia (VSA/SM)



Ilustración 23 Superficie panorámica de VS de selva mediana subperennifolia (VSA/SM)



2.2.- Pastizal Cultivado (PC)

El proyecto y áreas aledañas presentan superficies de uso no forestal, en su mayoría áreas de pastizal cultivado usados como agostaderos para alimentar ganado bovino.

Ilustración 24 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 25 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 26 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 27 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 28 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 29 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 30 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 31 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 32 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 33 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 34 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 35 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



Ilustración 36 Superficie panorámica de Pastizal Cultivado (PC)



3. FLORA NATIVA DEL PROYECTO

Durante los trabajos de campo se realizaron puntos de vegetación para registrar la biodiversidad presente en el área de estudio, a continuación, se presentan algunos de los ejemplares registrados.

Ilustración 37 Ejemplar registrado conocido como Roble de Costa



Ilustración 38 Ejemplar registrado conocido como Amole



Ilustración 39 Ejemplar registrado conocido como Zarzaparrilla



Ilustración 40 Ejemplar registrado conocido como Palo Mulato



Ilustración 41 Ejemplar registrado conocido como Guásima



Ilustración 42 Ejemplar registrado conocido como Helecho



Ilustración 43 Ejemplar registrado conocido como Zarza Negra



Ilustración 44 Ejemplar registrado conocido como Altea



Ilustración 45 Ejemplar registrado conocido como Limoncillo



Ilustración 46 Ejemplar registrado conocido como Cornezuelo



Ilustración 47 Ejemplar registrado conocido como Cojón de Gato



Ilustración 48 Ejemplar registrado conocido como Cinco Negritos



Ilustración 49 Ejemplar registrado conocido como Tenaza



4. FAUNA SILVESTRE

Durante los trabajos de campo se realizaron transectos para registrar la biodiversidad presente en el área de estudio, a continuación, se presentan algunos de los ejemplares registrados.

Ilustración 50 Ejemplar registrado conocido como Tirano



Ilustración 51 Ejemplar registrado conocido como Cernícalo



Ilustración 52 Ejemplar registrado conocido como Chipe Olivaceo



Ilustración 53 Ejemplar registrado conocido como Tortolita



Ilustración 54 Ejemplar registrado conocido como Zopilote Común



Ilustración 55 Ejemplar registrado conocido como Papamoscas Cardenalito



Ilustración 56 Ejemplar registrado conocido como Colibrí



Ilustración 57 Ejemplar registrado conocido como Chipe Dorso Verde



Ilustración 58 Ejemplar registrado conocido como Ibis Blanco



Ilustración 59 Ejemplar registrado conocido como Caracara Quebrantahuesos



Ilustración 60 Ejemplar registrado conocido como Aguililla Caminera



Ilustración 61 Ejemplar registrado conocido como Iguana Verde



Ilustración 62 Ejemplar registrado conocido como Lagartija Espinosa



622491

N

Tampico - Poza Rica

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

100 m

Río Tamacuil

Túxpam-Tampicot

La Bartolina

Bonita

El Mirador

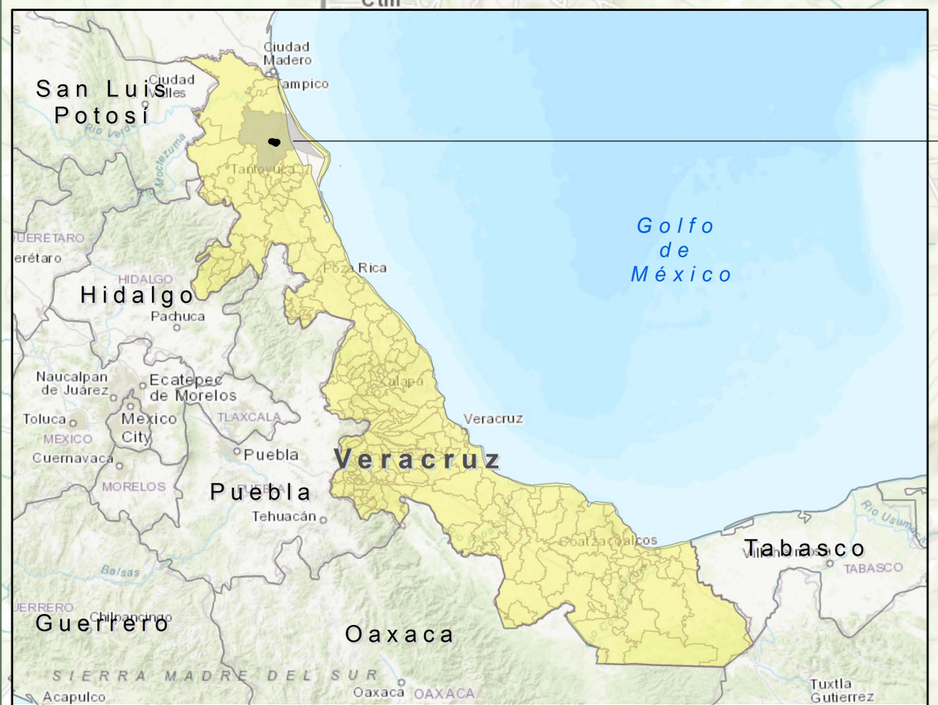
Ozuluama de Mascareñas

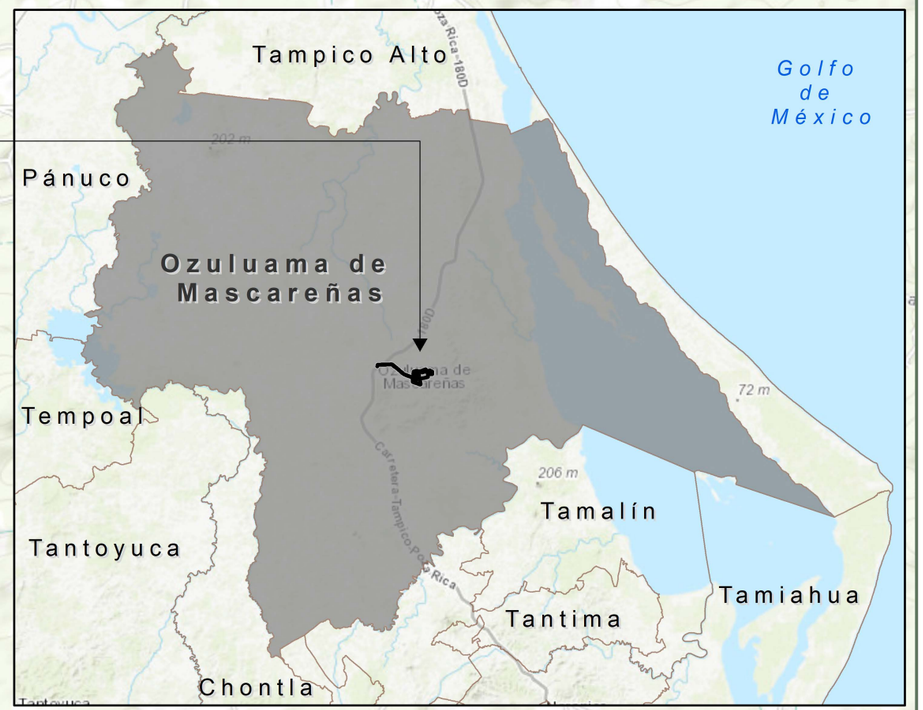
Camino a San Pablo

Calle 600

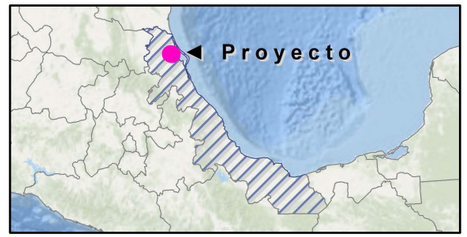
Ctm

0 237.5 475 950 Km





622491



Ubicación del Proyecto

Área del proyecto

Estados

Otros municipios

Veracruz

Municipios

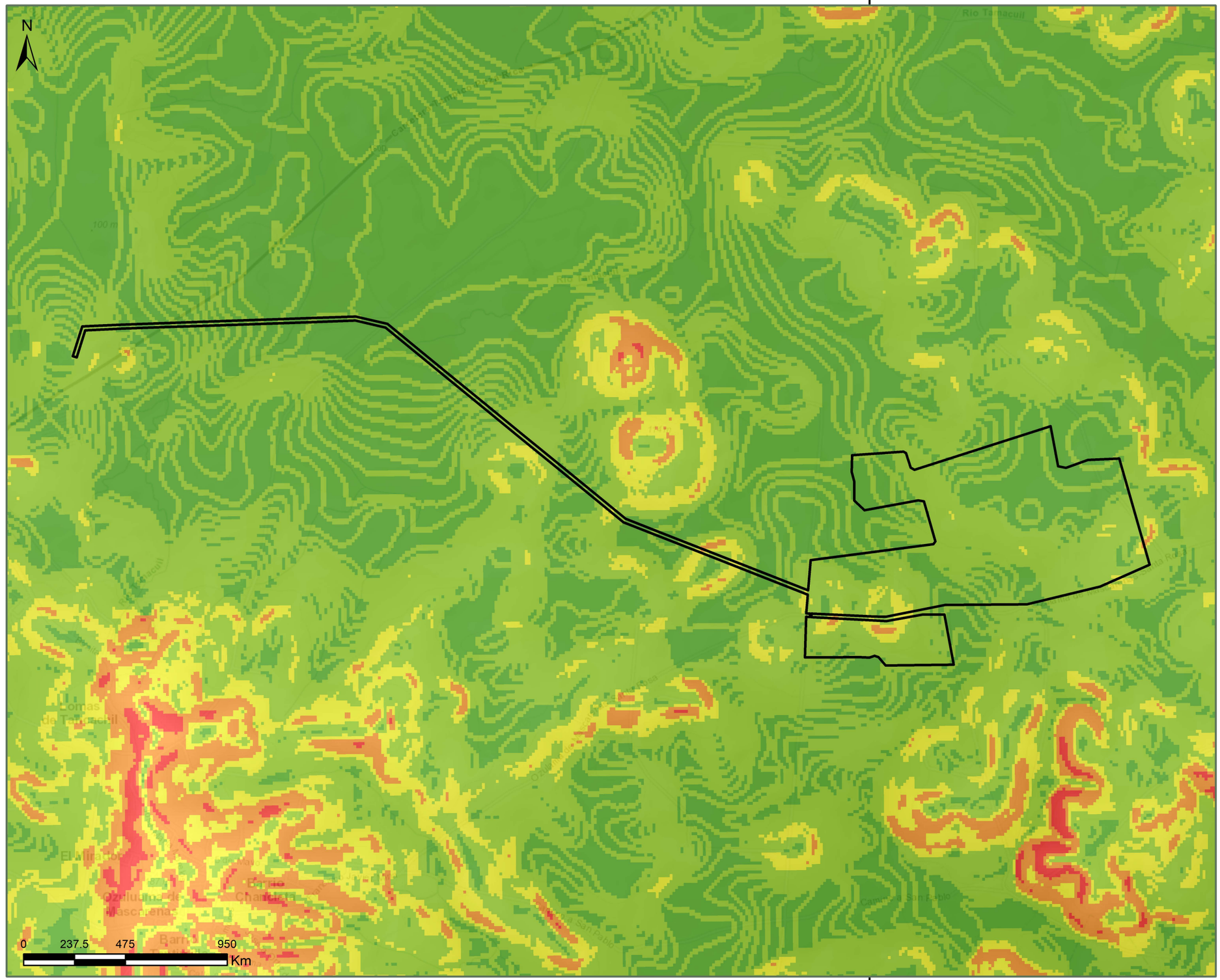
Otros municipios

Ozuluama de Mascareñas

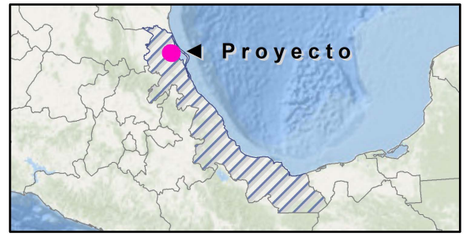
Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:35,000**

622491

N



622491



Pendiente

Área del proyecto

Grados

- 0 - 0.9
- 1 - 4.9
- 5 - 7.9
- 8 - 13.9
- 14 - 39.5

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:20,000**

622491

N

7

6

8

5

3

2

1 0

1

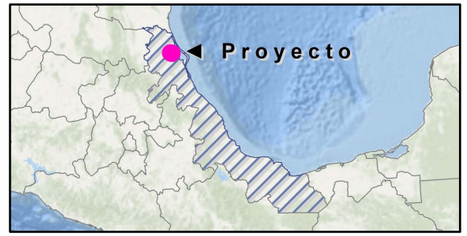
9

4

0 237.5 475 950

Km

622491



Componentes del Proyecto

Componente

- 1, Área de baterías
- 2, Área de maniobras
- 3, Área de módulos
- 4, Área de trabajos temporales
- 5, Caminos
- 6, Centro de transformación
- 7, DDV Línea de transmisión
- 8, Inversores String
- 9, Subestación eléctrica
- 10, Zanja de cableado eléctrico

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:19,000**

622491

N

Alto de Moralito

Tampico- Poza Rica

Túxpam-Tampicot

100 m

Río Tamacuil

La Bartolina

Ozuluama de Mascareñas

Camino a San Pablo

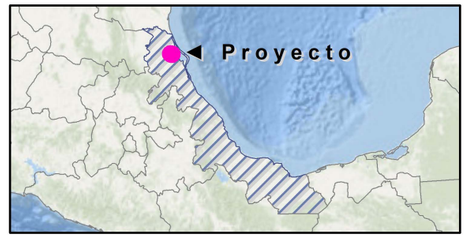
Camino a Cruz Chiquita

Estero Cucharas

0 237.5 475 950

Km

622491



Localización local

Área del proyecto

Localidad urbana

Localidad rural

Tipo

Camino

Carretera

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:30,000**

622491

2401709

N

Carretera-Tampico-Poza-Rica

180D

100 m

Río Tamacuil

Bonita

El Mirador

Ozuluama de Mascareñas

Camino a San Pablo

Ctm

Calle 600

Camino a Cruz Chiquita

5 de Mayo

Camino a El Jobo

Estero Cucharas

190 m

169 m

0 237.5 475 950

Km

622491

2401709

San Luis Potosí

Ciudad Madero

Tampico

Tamaulipas

QUERETARO

Querétaro

HIDALGO

Hidalgo

Pachuca

Naucalpan de Juárez

Ecatepec de Morelos

Toluca

MEXICO

Mexico City

TLAXCALA

Cuernavaca

Puebla

MORELOS

Veracruz

Tehuacán

Golfo de México

Tabasco

TABASCO

Villahermosa

Río Usumacinta

Balsas

GUERRERO

Chilpancingo

Guerrero

Oaxaca

SIERRA MADRE DEL SUR

Acapulco

OAXACA

Tuxtla Gutiérrez

Tampico Alto

202 m

Pánuco

Tempoal

Ozuluama de Mascareñas

206 m

72 m

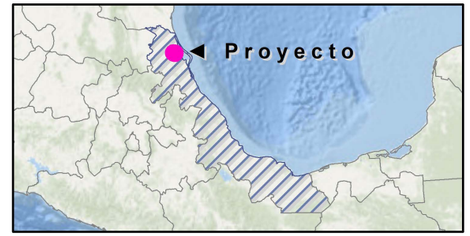
Tamalín

Tantoyuca

Tamiahua

Tantima

Chontla



Localización regional

Área del proyecto

Estados

Otros municipios

Veracruz

Municipios

Otros municipios

Ozuluama de Mascareñas

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:45,000**

622491

N

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

100 m

Río Tamacuil

Río Tamachil

Lomas de Tancachil

El Mirador

Ozuluama de Mascareñas

Barrio Tancasilla

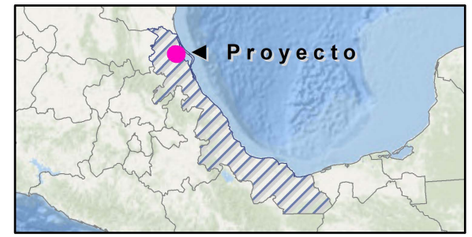
Barrio Chancleta

Ozuluama de Mascareñas-Santa Rosa

Camino a San Pablo

0 237.5 475 950 Km

622491



Topografía

Área del proyecto

Curva de nivel (5 m)

Fuentes: INEGI y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:20,000**

622491

N

Tampico - Poza Rica

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

100 m

Río Tamacuil

Túxpam-Tampicot

La Bartolina

Bonita

El Mirador

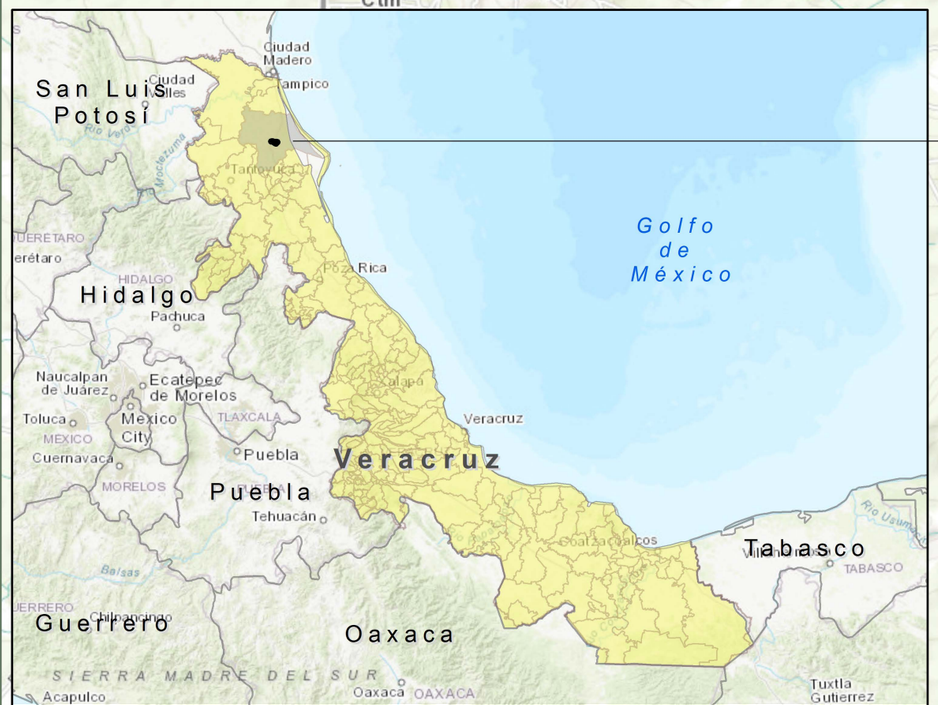
Ozuluama de Mascareñas

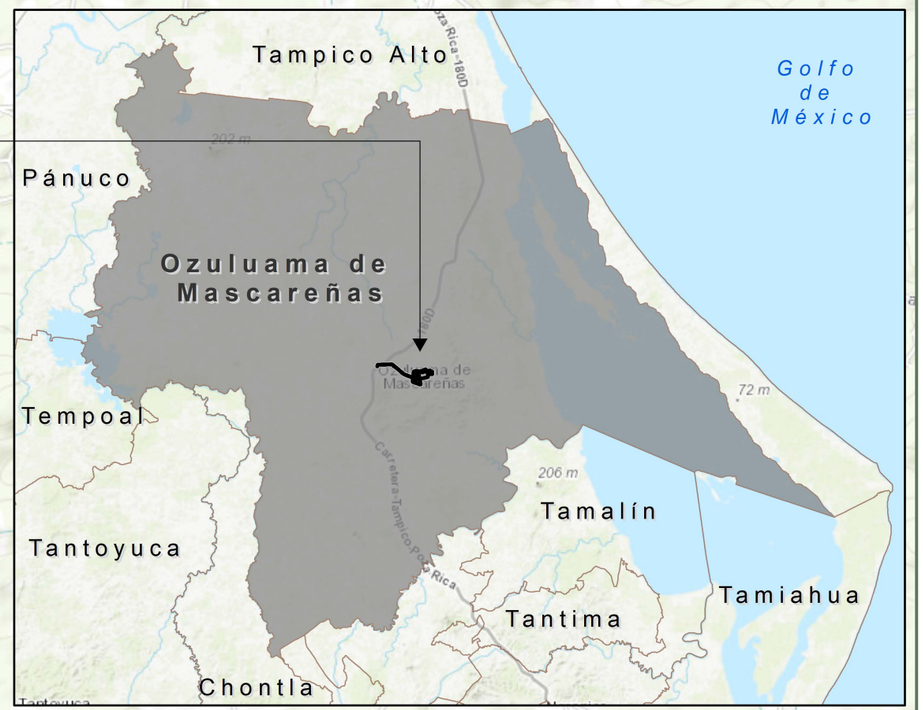
Camino a San Pablo

Calle 600

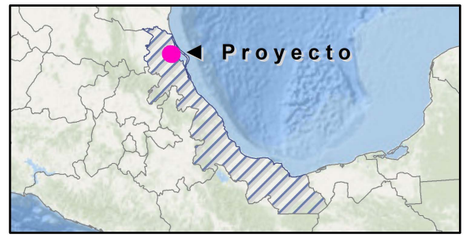
Ctm

0 237.5 475 950 Km





622491



Ubicación del Proyecto

Área del proyecto

Estados

Otros municipios

Veracruz

Municipios

Otros municipios

Ozuluama de Mascareñas

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:35,000**

622491

N

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

100 m

Rio Tamacuil

180D

114 m

Rio Tamacuil

Bonita

Lomas
de Tancachil

Ozuluama de Mascareñas-Santa Rosa

José María Morelos

El Mirador

5 de Mayo

187 m

Ozuluama de
Mascareñas

Barrio
Chancleta

Francisco Javier Mina

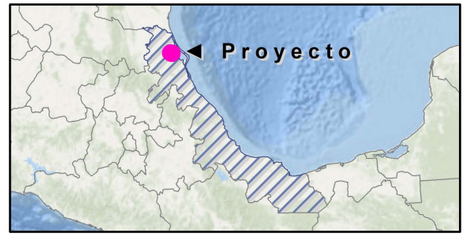
Camino a San Pablo

Camino a San Pablo

Barrio
Tamiahua

0 237.5 475 950
Km

622491



Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a deslaves

Área del proyecto

Nivel

Sin vulnerabilidad

Bajo

Medio

Alto

Muy alto

Fuentes: INECC y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:19,500**

622491

N

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

100 m

Río Tamacuil

180D

114 m

Río Tamacuil

Bonita

Lomas
de Tancachil

Ozulama de Mascareñas-Santa Rosa

José María Morelos

El Mirador

5 de Mayo

187 m

Ozuluama de
Mascareñas

Barrio
Chancleta

Francisco Javier Mina

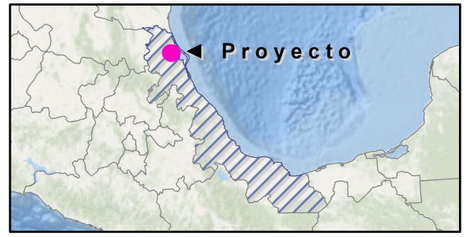
Camino a San Pablo

Camino a San Pablo

0 237.5 475 950

Km

622491



Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a inundaciones

Área del proyecto

Nivel

Sin vulnerabilidad

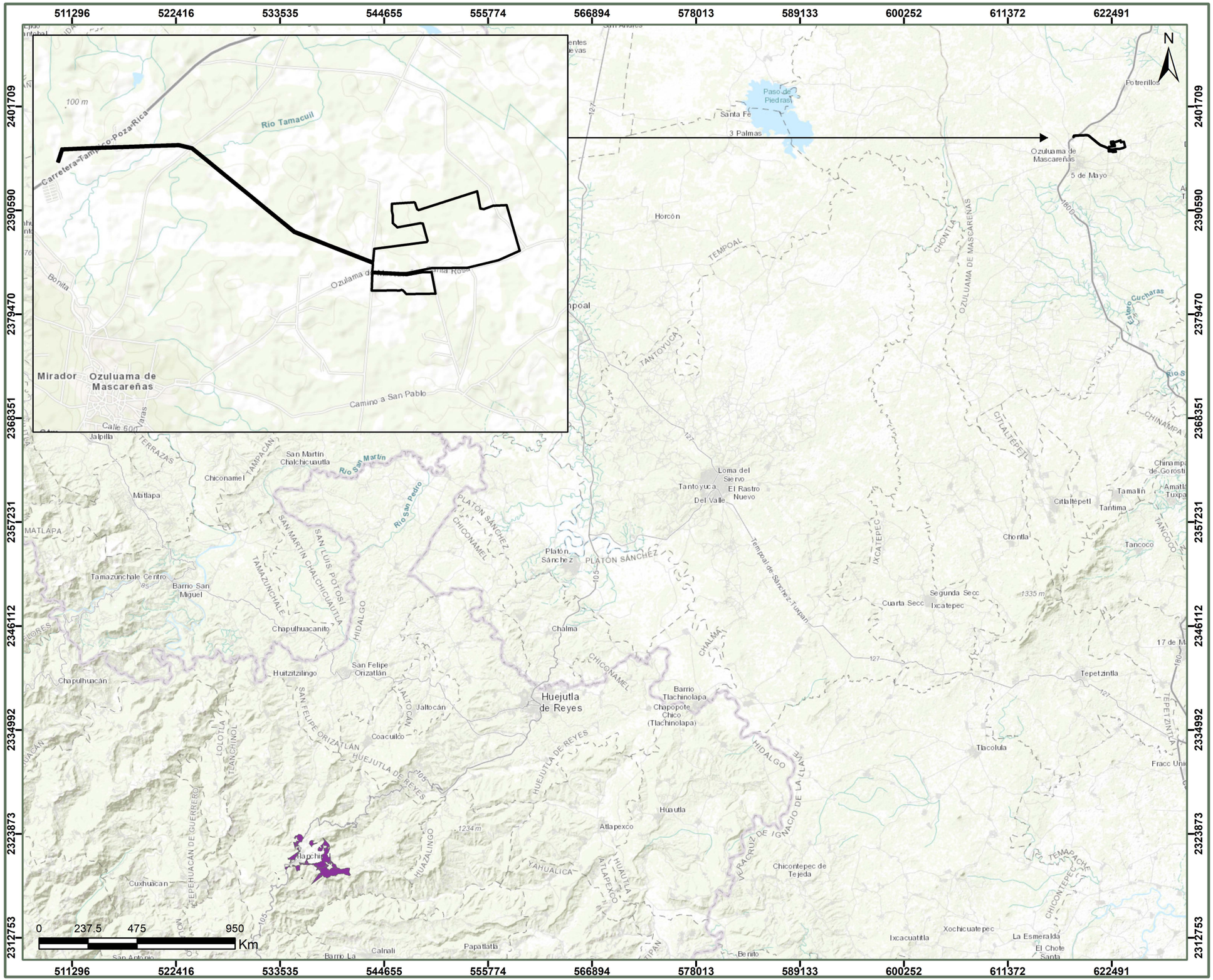
Bajo

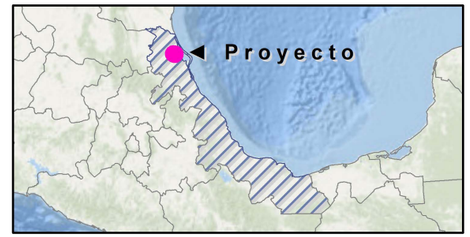
Medio

Alto

Muy alto

Fuentes: INECC y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:19,000**





Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación

Área del proyecto

Nombre

Bienes Comunales Tlanchinol

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:400,000**

589133 600252 611372 622491

2423948 2412829 2401709

N

Proyecto

Áreas de Importancia para la Conservación de Aves

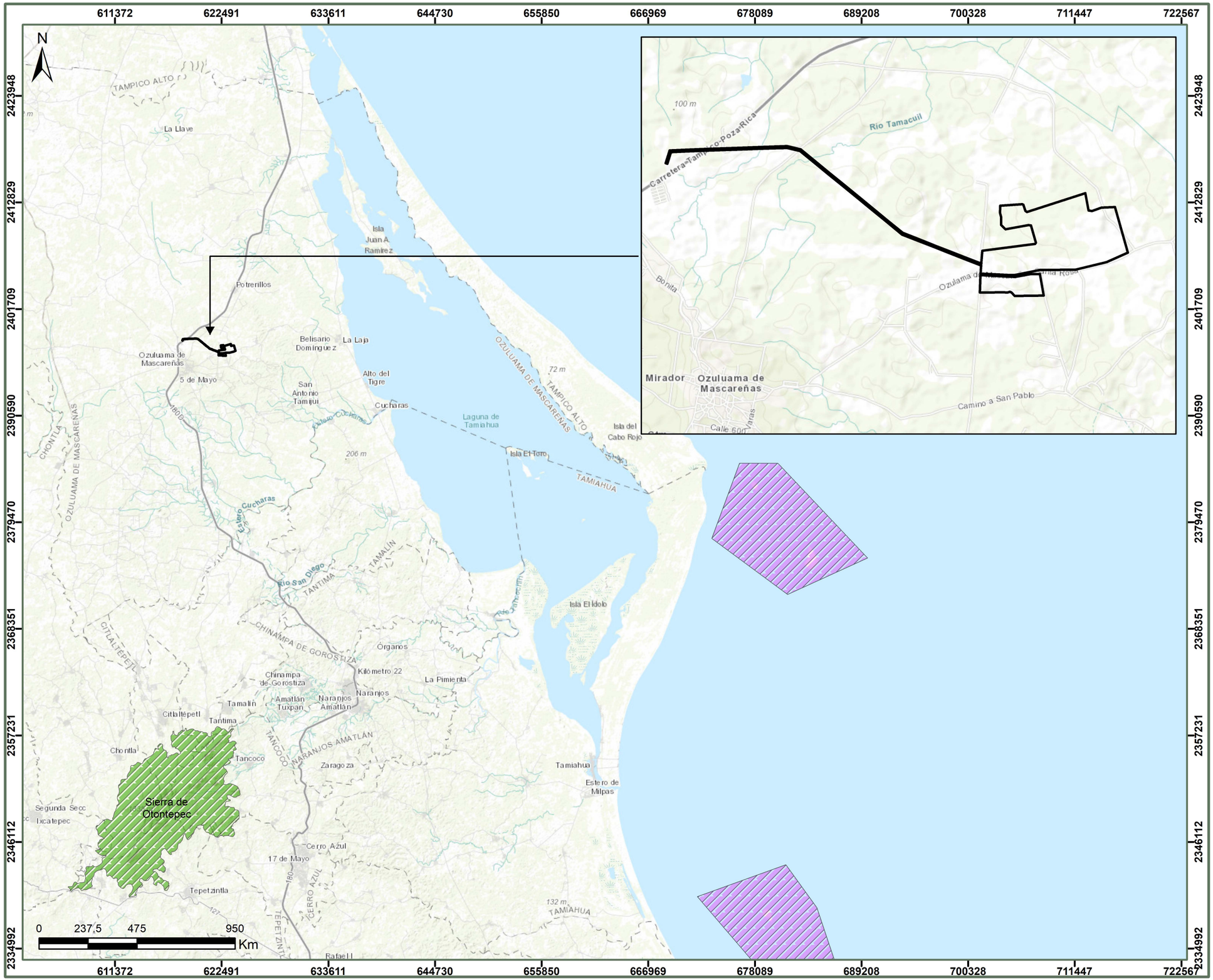
Área del proyecto

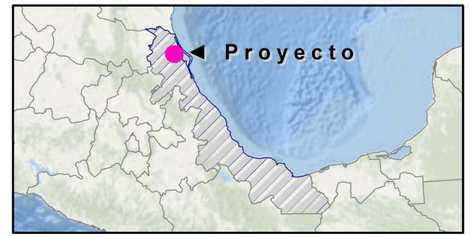
Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:150,000**

0 237.5 475 950 Km

Aquiles Serdán
Paso de Piedras
Ozuluama de Mascareñas
Potrerillos
Ctm
5 de Mayo
San Antonio
La Llave
Tampico Alto
Río Paso de Maya
Río La Guia
Río Encantada
Río Tamaculi
Río Chicayan
Arroyo El Borral
Arroyo Agua Zarca
Arroyo Chichimeco
Arroyo Maria
Arroyo Granadilla
99 m
151 m
190 m
180D
PANUCO
OZULUAMA DE MASCAREÑAS
TAMPICO ALTO





Áreas Naturales Protegidas

Área del proyecto

ANP Federal

Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan

ANP Estatal

Sierra de Otontepec

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:390,000**

622491

N

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

100 m

Rio Tamacuil

114 m

Ozulama de Mascareñas-Santa Rosa

Bonita

Lomas de Tancachil

José María Morelos

El Mirador

5 de Mayo

187 m

Ozuluama de Mascareñas

Barrio Chancleta

Francisco Javier Mina

Camino a San Pablo

Barrio Tantimilla

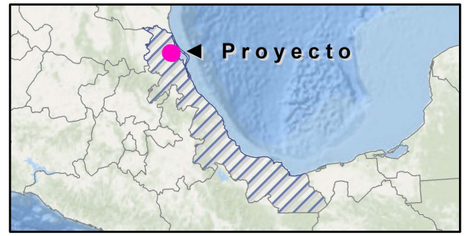
Amores

Josefa Ortiz

0 237.5 475 950

Km

622491



Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz (Políticas)

Área del proyecto

Politica

Aprovechamiento Sustentable

Mejoramiento urbano

Fuentes: Gob. Veracruz y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:20,000**

622491

N

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

100 m

Rio Tamacuil

114 m

Ozulama de Mascareñas-Santa Rosa

Bonita

Lomas de Tancachil

El Mirador

187 m

Ozuluama de Mascareñas

5 de Mayo

Barrio Chancleta

Barrio Tantimilla

José María Morelos

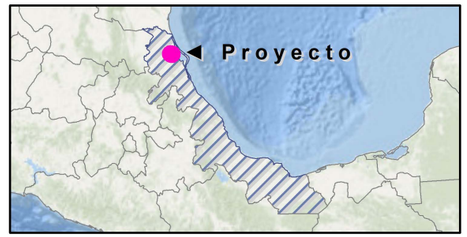
Francisco Javier Mina

Camino a San Pablo

0 237.5 475 950

Km

622491



Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz (UGT)

Área del proyecto

UGT

HA_LU_577

HA_PE_082

Fuentes: Gob. Veracruz y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:20,000**

622491

N

Las Palmeras

180D

100 m

Río Tamacuil

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

Bonita

Ozulama de Mascareñas

Santa Rosa

El Mirador

Ozuluama de Mascareñas

Camino a San Pablo

Calle 600 Varas

Ctm

Camino a Cruz Chiquita

5 de Mayo

180D

Camino a El Joss

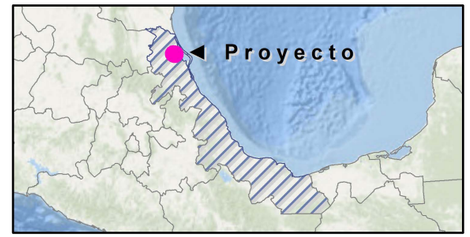
Estero Cucharas

Poza Rica

0 237.5 475 950

Km

622491



Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

Área del proyecto

Ozuluama de Mascareñas
UGA: 12

Fuentes: SEMARNAT y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:30,000**

622491

N

Las Palmeras

100 m

Río Tamacuil

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

Bonita

Ozulama de Mascareña Rosa

El Mirador

Ozuluama de Mascareñas

Camino a San Pablo

Calle 600 Varas

Ctm

Camino a Cruz Chiquita

5 de Mayo

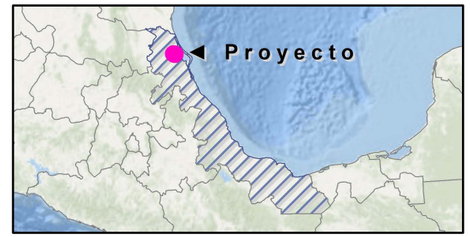
Camino a El Joss

Estero Cucharas

0 237.5 475 950

Km

622491



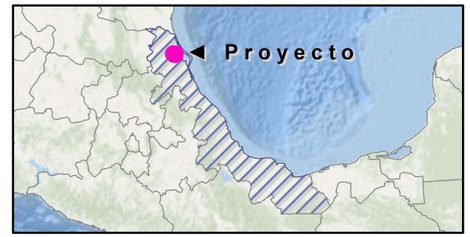
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Área del proyecto

Llanuras de La Costa Golfo Norte
Clave de política: 18
UAB: 88
Región ecológica:18.5

Fuentes: SEMARNAT y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:30,000**

622491
633611
644730
2401709
2390590
N
151 m
Arroyo Chichimeco
Río Tamacuil
Potrerillos
Arroyo Agua Zarca
Santa Isabel-La Laja
Arroyo María
Las Palmeras-Loma Alta
Arroyo Chichimeco
La Laja-El Cepillo
Río La Piedra
Belisario Domínguez
La Laja
Arroyo La Piedra
Río Tamacuil
Río La Piedra
Río La Piedra
Ozuluama de Mascareñas
Arroyo Granadilla
Ctm
5 de Mayo
Camino a San Pablo
Estero Cucharas
190 m
La Laja-Las Piedras
77 m
Alto del Tigre
Arroyo Morales
San Antonio Tamijui
Arroyo Granadilla
OZULUAMA DE MASCAREÑAS
TAMALIN
Estero Cucharas
Cucharas
La Laja-Las Piedras
124 m
Arroyo El Zapote
Arroyo La Paloma
Estero Cucharas
206 m
Las Piedras
0 237.5 475 950
Km



Sitios RAMSAR

Área del proyecto

Laguna de Tamiahua

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:100,000**

600252
611372
622491
2401709
2390590
N
94 m
142 m
117 m
190 m
124 m
Río Tamacuil
Río Encantada
Ozuluama Tacerenne
Arroyo Granadilla
Las Palmeras-Loma Alta
Potrerillos
180D
Río Chicayan
Ozuluama de Mascareñas
Ctm
5 de Mayo
Estero Cucharas
El Lindero-Dos Caminos
Arroyo La Machorra
Arroyo El Zapote
Arroyo La Paloma
Arroyo La Poza
Camino a San Pablo
0 237.5 475 950
Km

Proyecto

Regiones Indígenas

Área del proyecto

Huasteca

Fuentes: CDI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:100,000**

566894 578013 589133 600252 611372 622491 633611

2401709 2390590 2379470 2368351 2357231

N

San Andrés

Paso de Piedras

Santa Fé

3 Palmas

Horcón

TEMPOAL

CHONTLA

OZULUAMA DE MASCAREÑAS

Potrerillos

Belisario Domínguez

La Laja

Ozuluama de Mascareñas

5 de Mayo

San Antonio Tamijui

180D

Estero Cucharas

206 m

Tempoal

Loma del Siervo

Tantoyuca

El Rastro Nuevo

del Valle

IXCATEPEC

Tempoal-de-Sánchez

0 237.5 475 950 Km

100 m

Río Tamacuil

Carretera-Tampico-Poza-Rica

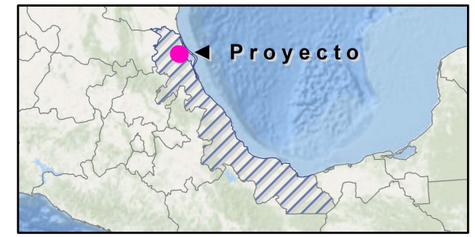
Bonita

Mirador

Ozuluama de Mascareñas

Camino a San Pablo

Calle 60m



Regiones Hidrológicas Prioritarias

Área del proyecto

Confluencia de las Huastecas

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:250,000**

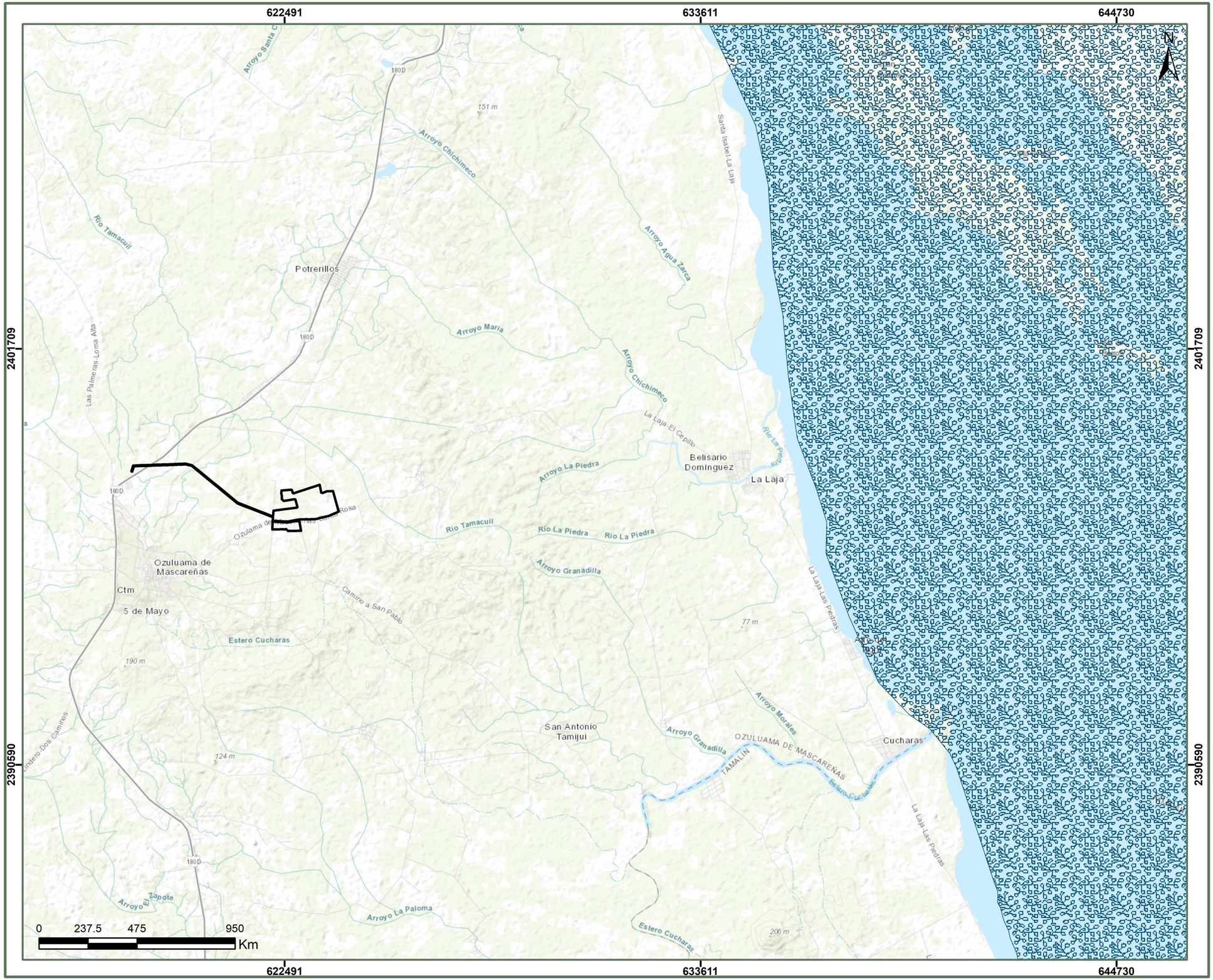
622491
633611
644730
2401709
2390590
N
Proyecto
Potrerillos
Ozuluama de Mascareñas
Ctm
5 de Mayo
Rafisano Dominguez
La Laja
San Antonio Tamiahua
Cucharas
Alto del Rigre
Estero Cucharas
Arroyo Chichimeco
Arroyo Maria
Arroyo La Piedra
Rio Tamacuil
Rio La Piedra
Arroyo Granadilla
Camino a San Pablo
Arroyo La Paloma
Arroyo El Zapote
Las Palmeras-Loma Alta
Sendero Dos Caminos
151 m
190 m
124 m
77 m
180D
0 237.5 475 950
Km

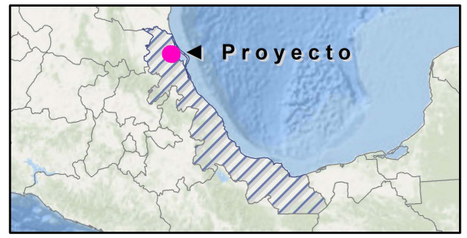
Regiones Marinas Prioritarias

Área del proyecto

Pueblo Viejo-Tamiahua

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:100,000**





Regiones Terrestres Prioritarias

Área del proyecto

Laguna de Tamiahua

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:100,000**

622491

2401709

N

Arroyo María

137 m

Carretera-Tam

180D

Las Palmeras-Loma Alta

100 m

Río Tamacuil

Carretera-Tampico-PozaRica

180D

Bonita

El Mirador

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

Calle 600

Camino a Cruz Chiquita

5 de Mayo

180D

ozaRica

Camino a Cucharas

Camino a El Joss

Estero Cucharas

190 m

169 m

Camino a San Pablo

Camino a San Pablo

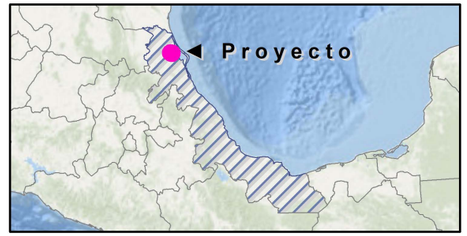
Estero Cu

0 237.5 475 950

Km

622491

2401709



Sitios de Atención Prioritaria para la Conservación de la Biodiversidad

Área del proyecto

Sitio

Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:40,000**

600252 611372 622491 633611 644730 655850 666969 678089

2457307 2446187 2435068 2423948 2412829 2401709

N

Las Flores

Museo de la Cultura Huasteca

Res PEMEX

Laguna El Chairel

Tamos

Santa Elena

Moralillo

Laguna Chila

PUEBLO VIEJO

Anáhuac

Pueblo Viejo

Laguna Pueblo Viejo

70

180

151 m

PÁNUCO

Vega de Otates

TAMPICO ALTO

Kilómetro Cien

180D

Coyolitos

ZULUAMA DE MASCAREÑAS

202 m

La Llave

Isla Juan A. Ramirez

Potrerillos

Belisario Dominguez

La Laja

Ozuluama de Mascareñas

5 de Mayo

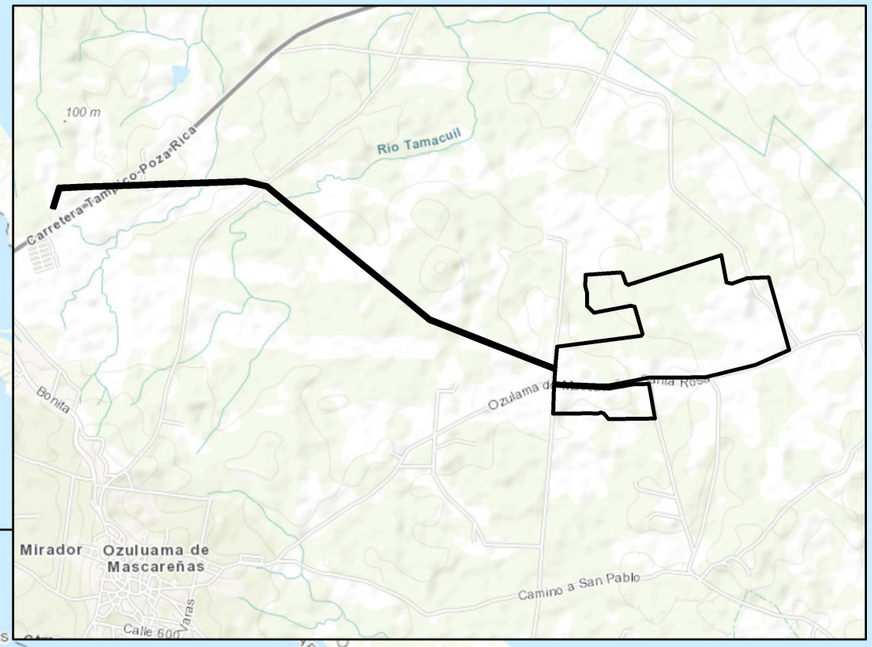
San Antonio Tamijui

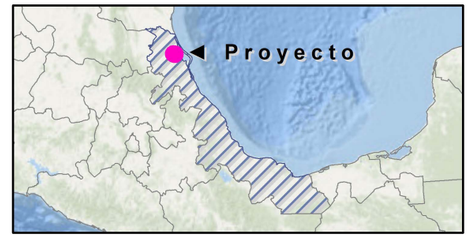
Alto del Tigre

Cucharas

0 237.5 475 950

Km





Sitios arqueológicos

Área del proyecto

Sitio

Fuentes: INAH y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:300,000**

622491

N

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

100 m

Río Tamaguil

114 m

Lomas de Tancachil

Ozuluama de Mascareñas-Santa Rosa

El Mirador

5 de Mayo

187 m

Barrio Chancleta

Ozuluama de Mascareñas

Barrio Tantimilla

Francisco Javier Mina

Camino a San Pablo

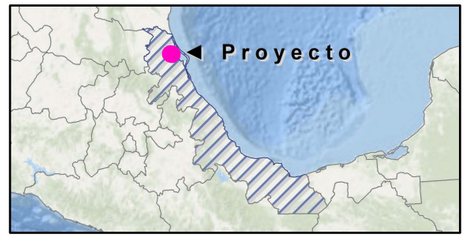
Reforma

Calle 600 Vía

0 237.5 475 950

Km

622491



Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales

Área del proyecto

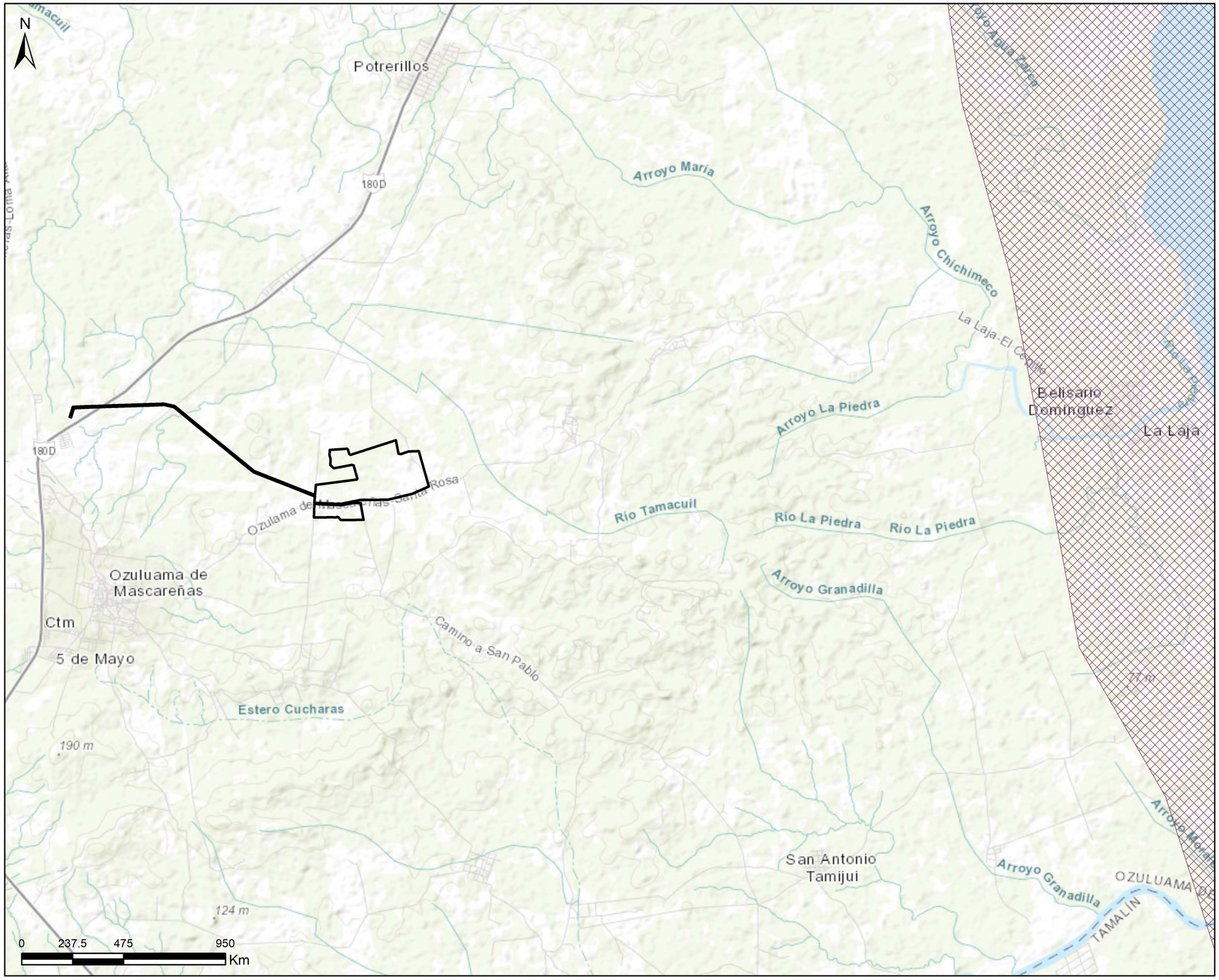
Sitio

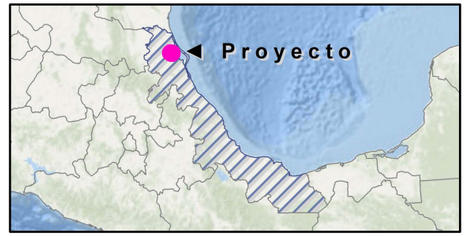
Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:20,000**



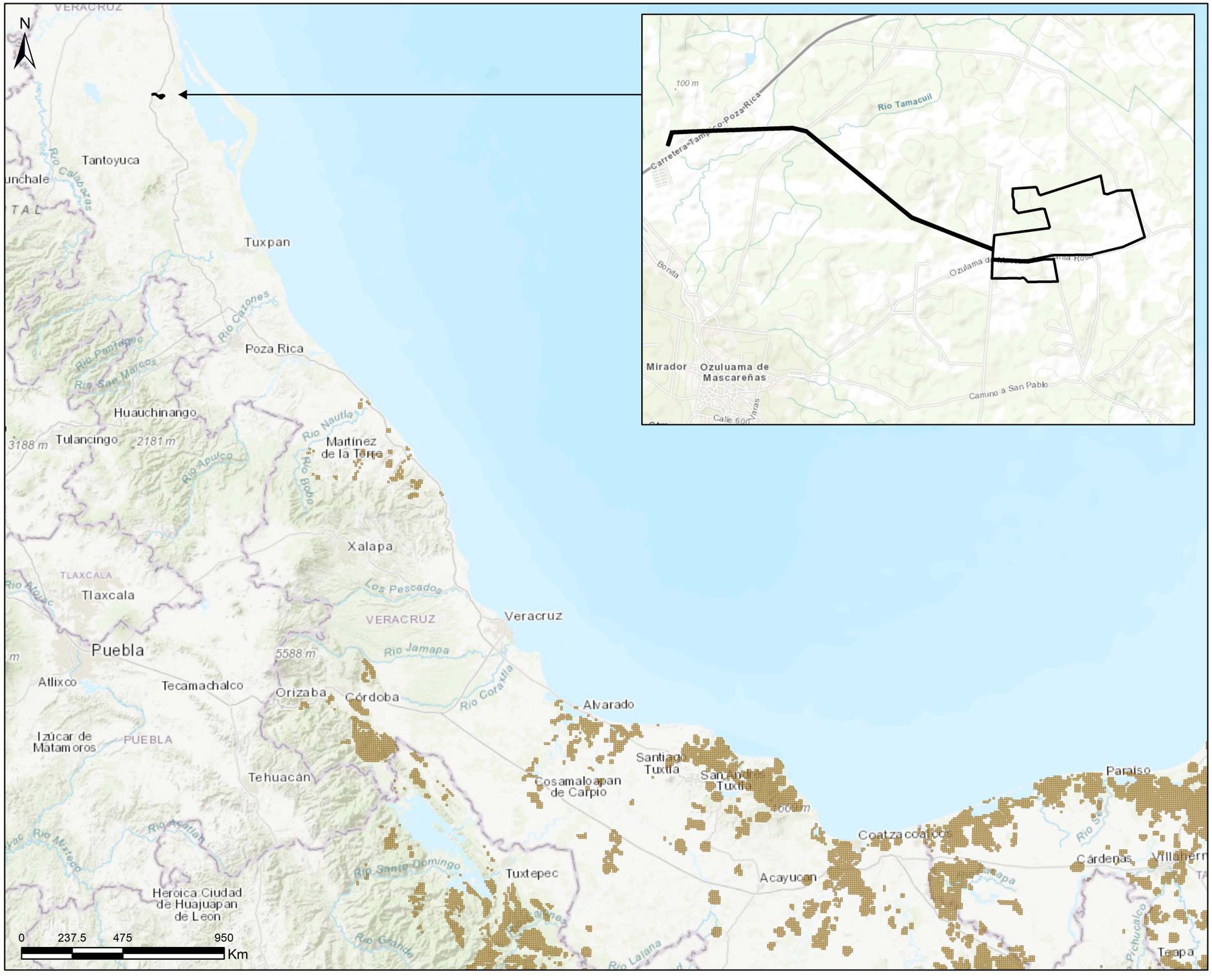


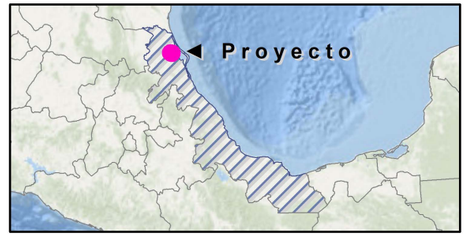
Sitios Prioritarios Marinos

Área del proyecto

Sitio

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:60,000**





Sitios Prioritarios para la Protección de Primates

Área del Proyecto

Sitio

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:2,000,000**

622491

2401709

N

Las Palmeras-Loma Alta

Carrete

180D

100 m

Río Tamacuil

Carretera-Tampico-Poza-Rica

180D

Bonita

Ozulama de Mascareñas

Santa Rosa

El Mirador

Ozuluama de Mascareñas

Camino a San Pablo

Calle 600

Varas

Ctm

Camino a Cruz Chiquita

5 de Mayo

180D

Carretera-Tampico-Poza-Rica

Camino a El Joss

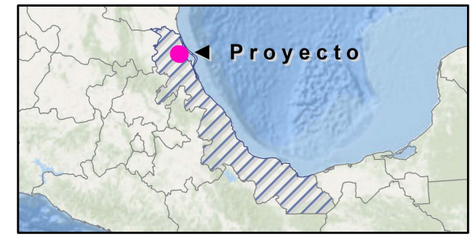
Estero Cucharas

Camino a San Pablo

0 237.5 475 950

Km

622491



Sitios prioritarios para la restauración

Área del proyecto

Prioridad

Extrema

Alta

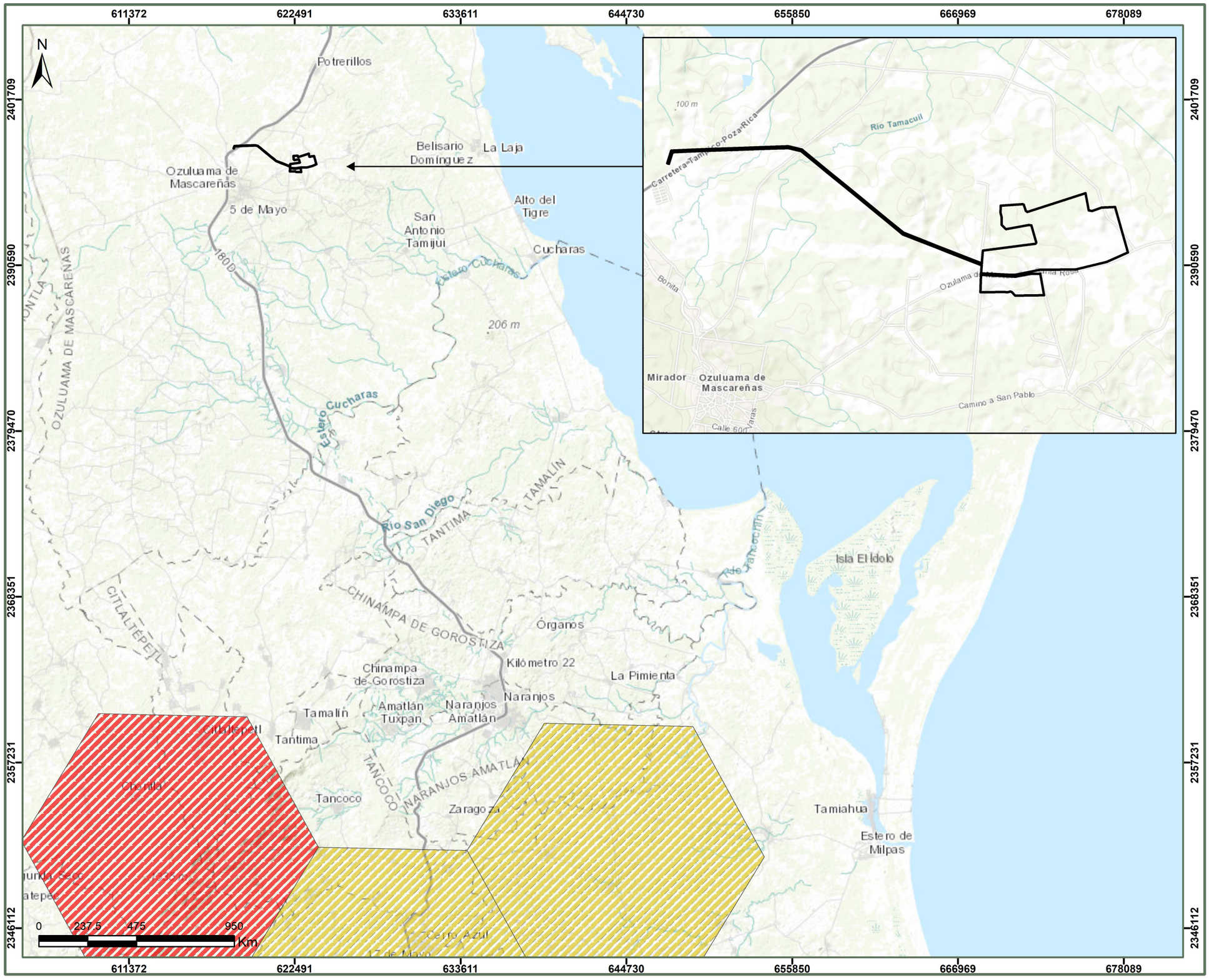
Media

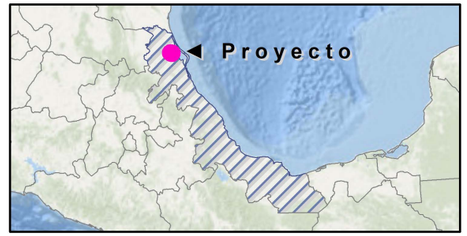
Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:35,000**





Sitios Prioritarios Terrestres

Área del proyecto

Prioridad

- Extrema
- Alta
- Media
- Hueco

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:250,000**

611372 622491 633611 644730 655850

2423948

2412829

2401709

N

TAMPICO ALTO

DE MASCARENAS

La Llave

Río Paso de Maya

99 m

Río La Guia

Arroyo El Boral

Arroyo Agua Zarca

151 m

Arroyo Chichimeco

Río Tamacuil

Potrerillos

Arroyo Maria

Arroyo Granadilla

Belisario Dominguez

Río La Piedra

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

190 m

0 237.5 475 950

Km

Isla Juan

100 m

Río Tamacuil

Carretera-Tampico-Poza Rica

Bonita

Mirador

Ozuluama de Mascareñas

Camino a San Pablo

Calle 600

Proyecto

Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre

Área del proyecto

El Jacube

Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:150,000**

622491

2401709

SAN LUCIANO

ALTO DEL MORALITO

BELISARIO DOMINGUEZ (SAN GREGORIO)

COLONIA LAS PALMERAS

OZULUAMA DE MASCAREÑAS

CUCHARAS

ALTO DEL POZO VIEJO

MAGOZAL

ESCOBAL (EJIDO ESCOBAL)

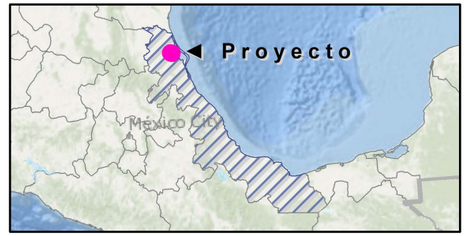
ESCOBAL (EJIDO ESCOBAL)

SANTA ROSA

0 237.5 475 950 Km

2390590

622491



Delimitación del Sistema Ambiental Regional

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional
- Microcuencas
- Camino
- Carretera

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

N

Aw 1

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

La Palmera

180D

Aw 2

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

El Lindero-Dos Caminos

San Antonio Tamiji

124 m

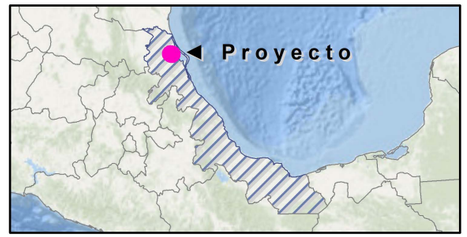
180D

0 237.5 475 950

Km

622491

2390590



Unidades climáticas

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Tipo

Cálido subhúmedo

Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

2390590

N

Potrerillos

180D

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

Las Palmeras-Las Ánimas

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

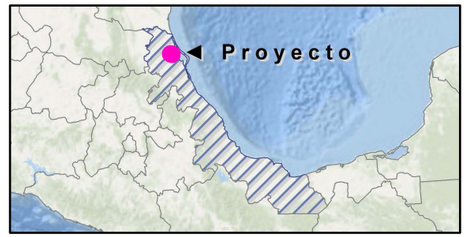
124 m

El Lindero-Dos Caminos

San Antonio Tamijui

0 237.5 475 950

Km



Peligro por heladas

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Grado

Muy bajo

Bajo

Medio

Alto

Fuentes: CENAPRED y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

Arroyo Granadilla

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

124 m

San Antonio Tamiji

El Lindero-Dos Caminos

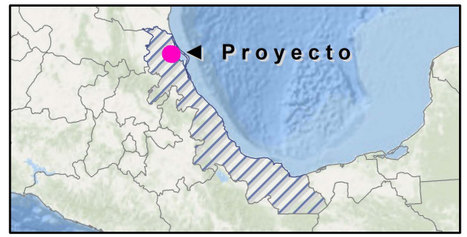
180D

0 237.5 475 950

Km

622491

2390590



Peligro por ciclones tropicales

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

N

Potrerillos

180D

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

124 m

El Lindero-Dos Caminos

San Antonio Tamijui

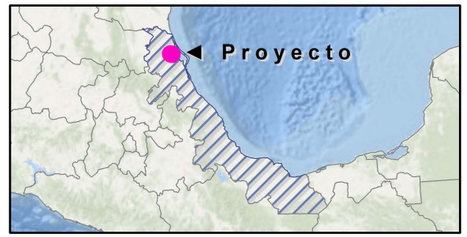
180D

0 237.5 475 950

Km

2390590

622491



Peligro por granizo

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

2390590

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Granadilla

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

124 m

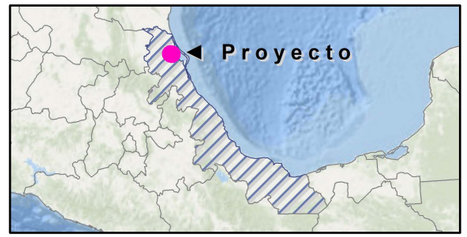
El Lindero-Dos Caminos

San Antonio Tamiji

180D

0 237.5 475 950

Km



Peligro por sequía

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

2390590

N

Potrerillos

Arroyo Granadita

Arroyo María

Arroyo La Piedra

Río Tamaculi

Río La Piedra

Ozuluama de Mascareñas

Cdm

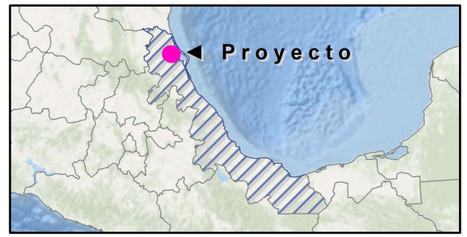
Sdje Mayo

Estero Cocharas

San Antonio Tamiyul

0 237.5 475 950

Km



Provincias y subprovincias fisiográficas

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Provincia

Llanura Costera del Golfo Norte

Subprovincia

Llanuras y lomeríos

Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

2390590

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

124 m

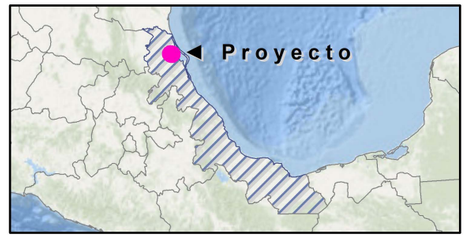
San Antonio Tamijui

El Lindero-Dos Caminos

180D

0 237.5 475 950

Km



Sistema de topoformas

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Tipo

Lomerío Típico

Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

2390590

N

Potrerillos

Arroyo Granadilla

Arroyo María

Arroyo Chirimoyas

Arroyo La Piedra

Río Tamazula

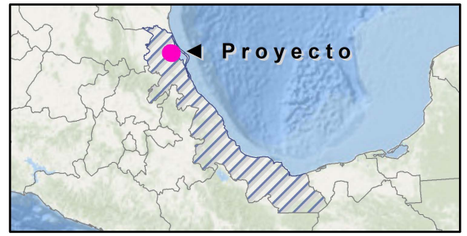
Río La Piedra

Tuxpan de Bolaños

Estero Cucharas

San Antonio Tamiuri

237.5 475 950 Km



Gradiente altitudinal

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional
- Curva de nivel (50 m)

Rango en msnm.

- 0 a 200

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

611372

622491

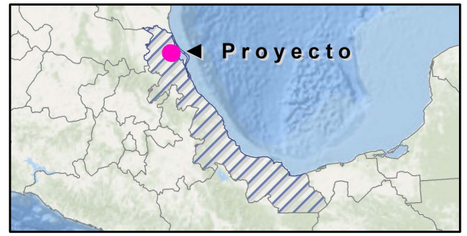
2401709

2390590

N

0 237.5 475 950

Km



Pendiente

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Grados

0 - 0.9

1 - 4.9

5 - 7.9

8 - 13.9

14 - 39.5

Fuentes: INEGI y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:72,632**

622491

2401709

2390590

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

Arroyo Granadilla

Río Tamacuil

Río La Piedra

Arroyo La Piedra

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Estero Cucharas

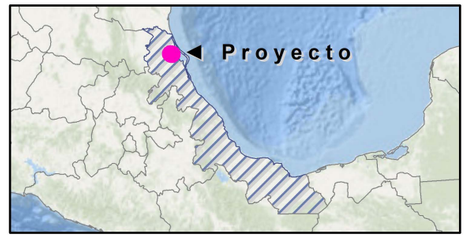
San Antonio Tamijui

180D

190 m

124 m

0 237.5 475 950 Km



Fallas y fracturas

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Tipo

Fractura

Fuentes: CENAPRED y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

2390590

N

VRpe+LPrz/3

RGhulen+VRpe/2

Potrerillos

VRmzpe+RGca/3

VRpe+RGca/3

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

VRccson/3

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

KShucc+RGca+LPrz/2

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

790 m

San Antonio Tamiyui

VRpe+RGca+GLvr/3

El Lindero-Dos Caminos

124 m

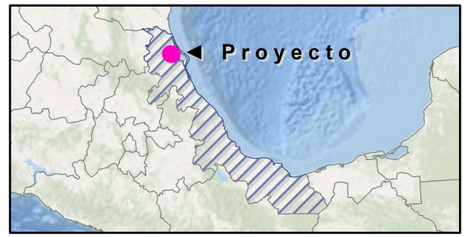
VRpe+LPrz+RGca/3

VRpe/3

0 237.5 475 950

Km

622491



Edafología

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Tipo

Kastañozem

Regosol

Vertisol

Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

2390590

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

La Palmera

180D

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

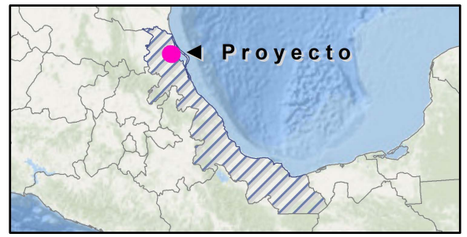
El Lindero-Dos Caminos

124 m

San Antonio Tamijui

0 237.5 475 950

Km



Erosión del suelo

Sistema ambiental regional

Área del proyecto

Área de influencia

Tipo

Hídrica

Localidad

N/A

Sin erosión

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

N

Potrerillos

180D

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

San Antonio Tamiji

El Lindero-Dos Caminos

124 m

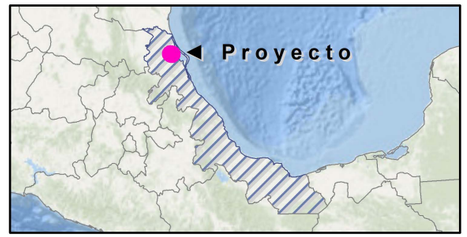
180D

0 237.5 475 950

Km

2390590

622491



Degradación del suelo

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Tipo

Degradación física por compactación

Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

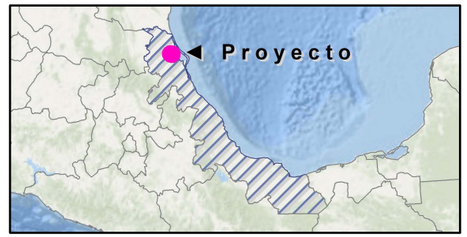
622491

2401709

2390590

N

0 237.5 475 950 Km



Regiones y cuencas hidrológicas

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Región

Pánuco

Tuxpan - Nautla

Cuenca

L. de Tamiahua

Río Pánuco

Fuentes: SIATL, CONAGUA y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Granadilla

Arroyo La Piedra

Río Tamaulipas

Río La Piedra

Ozuluama de Mascareñas

5 de Mayo

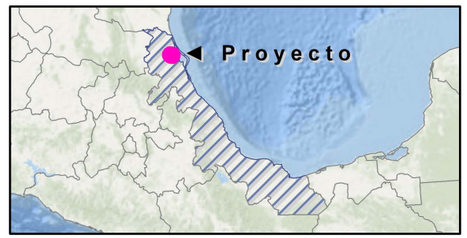
Estero Cucharas

San Antonio Tamiahua

0 237.5 475 950 Km

2390590

622491



Subcuenca y microcuencas hidrológicas

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Subcuenca

L. de Tamiahua

Estero Cucharas

L. Pueblo Viejo

Microcuenca

Alto del Moralito

Alto del Pozo Viejo

Belisario Domínguex (San Gregorio)

Colonia Las Palmeras

Cucharas

Escobal (Ejido Escobal)

Ozuluama de Mascareñas

Fuentes: SIATL, CONAGUA y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

2390590

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

Arroyo Granadilla

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

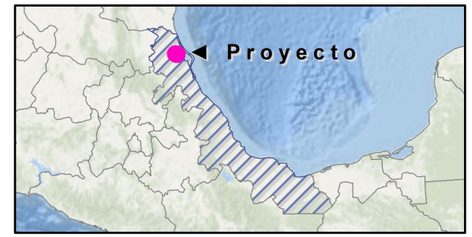
124 m

El Lindero-Dos Caminos

San Antonio Tamijui

180D

0 237.5 475 950 Km



Hidrología superficial

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Cuerpo de agua

- Intermitente
- Perenne

Escurrimiento superficial

- Intermitente
- Perenne

Fuentes: SIATL, CONAGUA y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

N

Potrerillos

180D

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

124 m

El Lindero-Dos Caminos

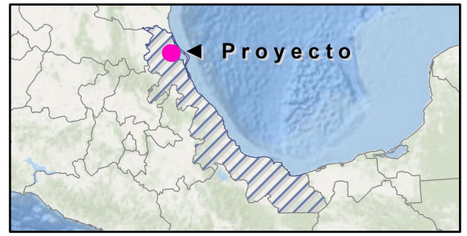
San Antonio Tamijui

0 237.5 475 950

Km

2390590

622491



Hidrología subterránea

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Acuífero y disponibilidad

- Tampico - Misantla, Con disponibilidad

Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

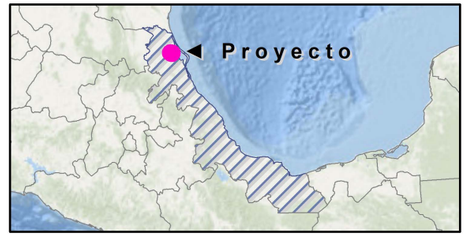
611372 622491 633611 644730

2412829 2401709 2390590 2379470

N

Arroyo El Borral
Río Encantada
Arroyo Agua Zarca
151 m
Arroyo Chichimeco
Río Tamacuil
Potrerillos
Arroyo María
Arroyo Granadilla
Isla Juan A. Ramírez
Isla Pérez
Belisario Domínguez
La Laja
Río La Piedra
Ozuluama de Mascareñas
Cm
1 de Mayo
190 m
180D
Alto del Tigre
San Antonio Tamijui
Cucharas
Estero Cucharas
CHONTLA
Río Escribanillo
OZULUAMA DE MASCAREÑAS
Arroyo El Zapote
Arroyo La Paloma
206 m
Arroyo La Poza
Estero Cucharas
Arroyo La Pluma

0 237.5 475 950
Km



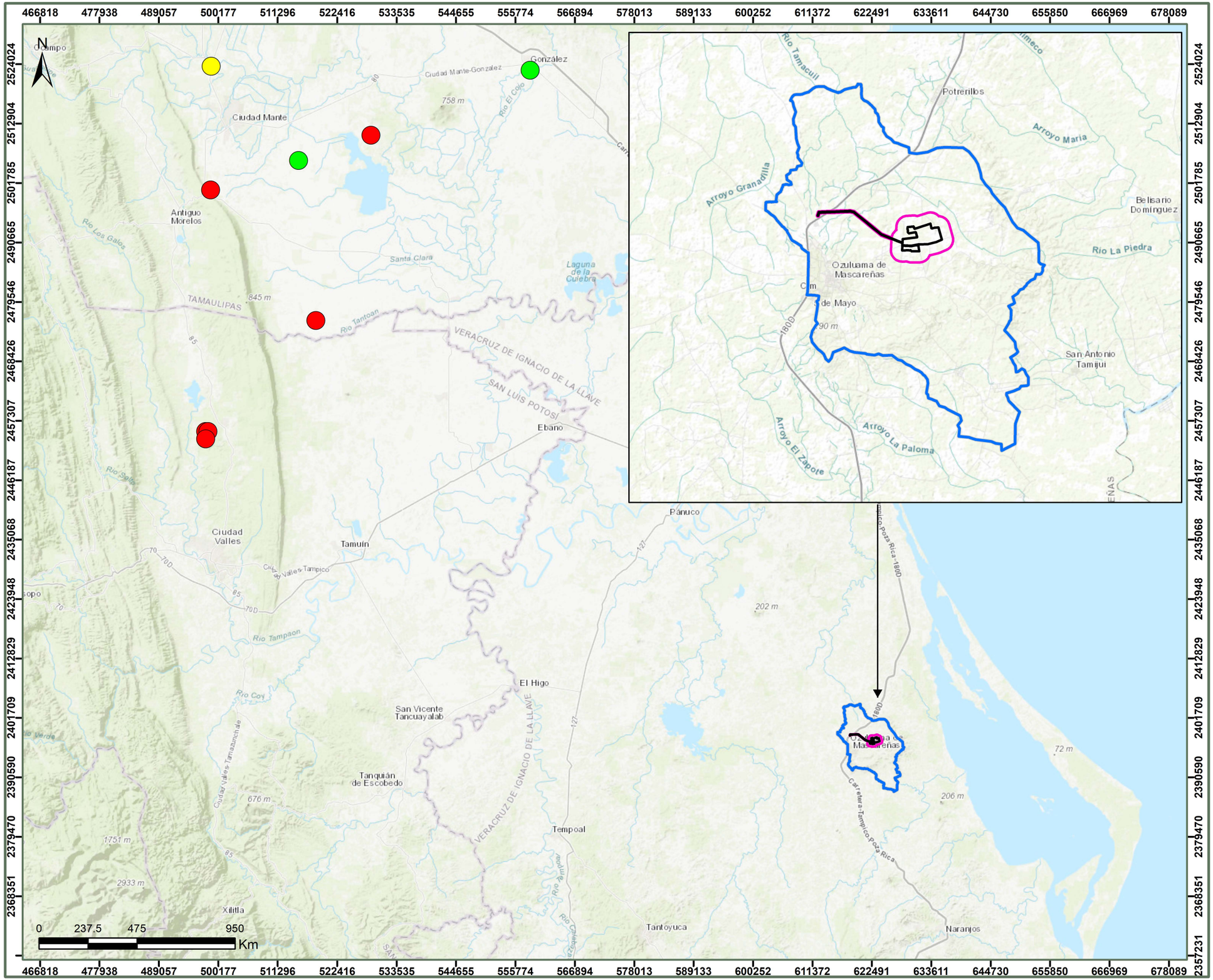
Calidad del agua superficial

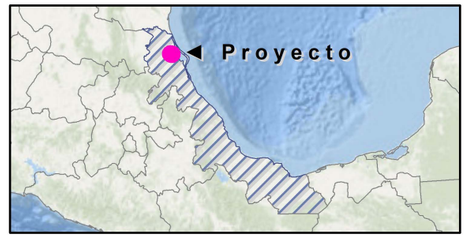
Área del proyecto
Área de influencia
Sistema ambiental regional

Semáforo

Verde
Amarillo
Rojo

Fuentes: CONAGUA y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:150,000**





Calidad del agua subterránea

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Semáforo

- Verde
- Amarillo
- Rojo

Fuentes: CONAGUA y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:700,000**

622491

2401709

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

La Palmera-La

180D

Arroyo La Piedra

Río La Piedra

Río La Piedra

Río Tamacuil

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Estero Cucharas

90 m

124 m

El Lindero-Dos Caminos

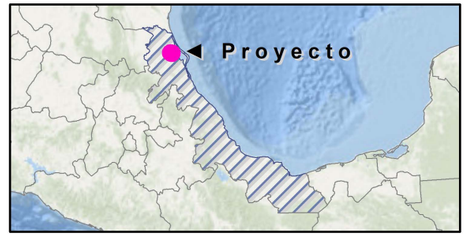
San Antonio Tamijui

0 237.5 475 950

Km

2390590

622491



Calidad y fragilidad paisajística

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Grado

Alto

Medio

Bajo

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

N

Potrerillos

180D

Arroyo María

Arroyo Granadilla

La Palmera

Arroyo Chichihuacle

La Lima-El Ca

Río La Piedra

Zuliama de Manzanillas

Ctm

Estero Cucharas

San Antonio Tamjuu

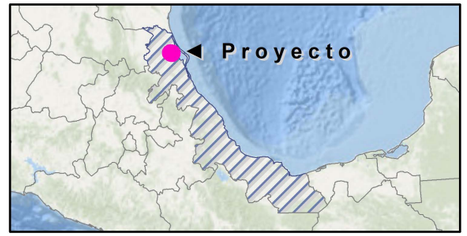
El Lindero-Dos Caminos

124 m

0 237.5 475 950 Km

2390590

622491



Deslizamiento de laderas

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

2390590

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

Arroyo Granadilla

Río Tamacuil

Río La Piedra

Arroyo La Piedra

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

San Antonio Tamijui

180D

Ctm

5 de Mayo

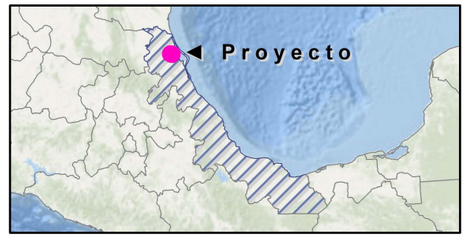
190 m

124 m

Distancia: 3.5 Km

0 237.5 475 950

Km



Estaciones meteorológicas

Área del proyecto

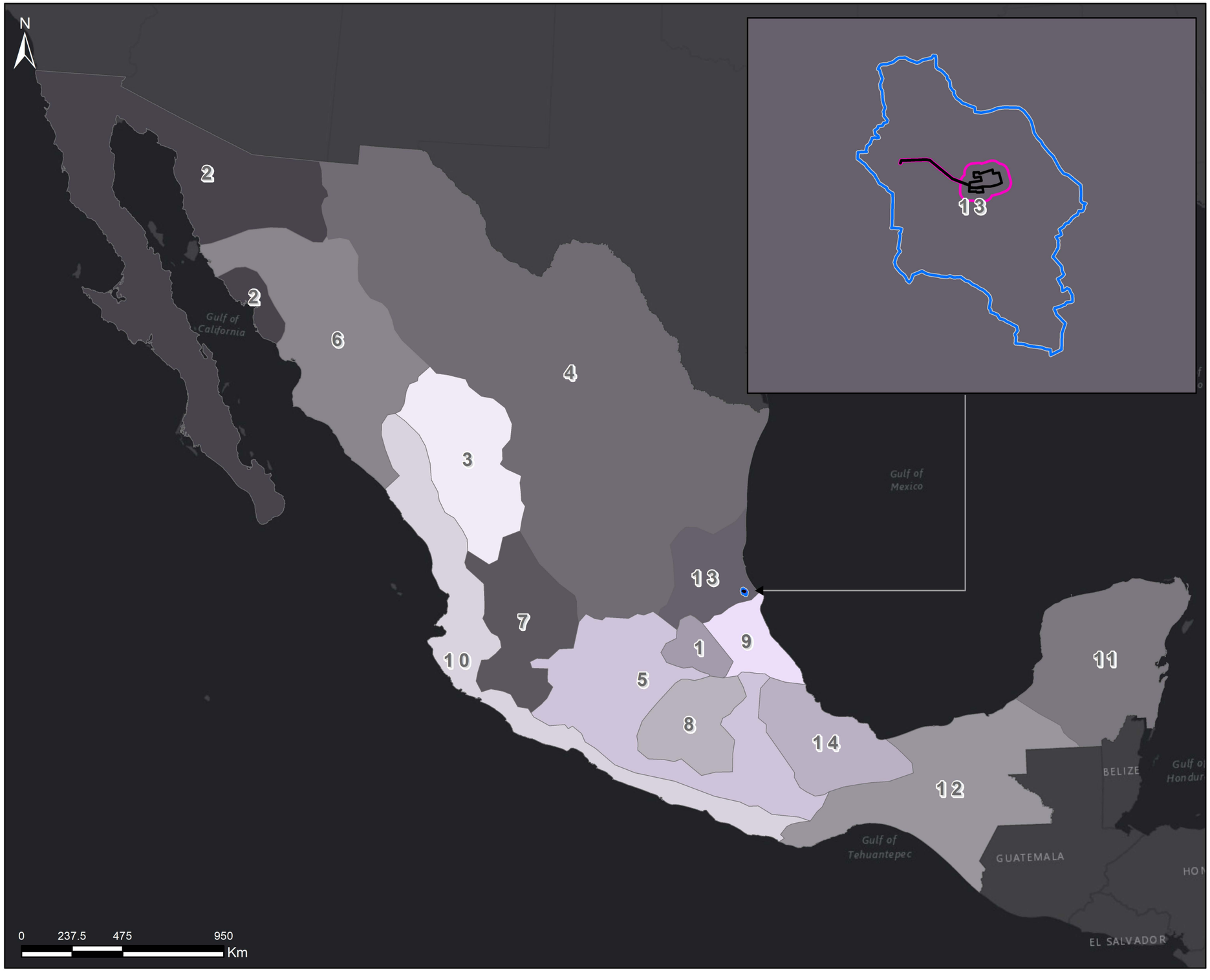
Área de influencia

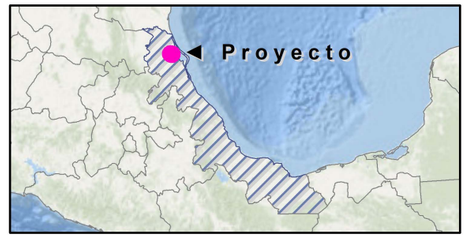
Sistema ambiental regional

Estación

Nombre; Ozuluama
Clave: 30122

Fuentes: CONAGUA y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**





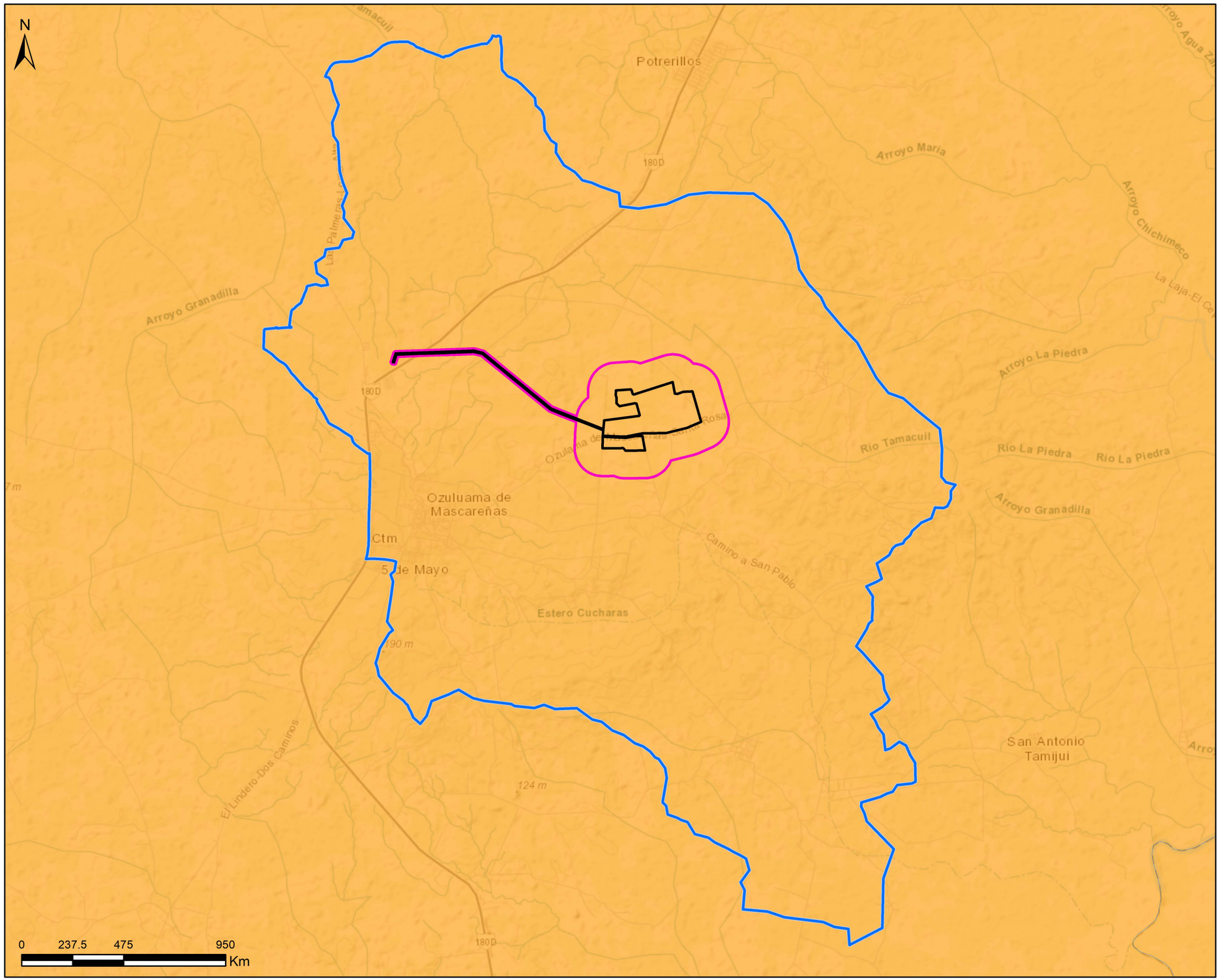
Regionalización del factor R

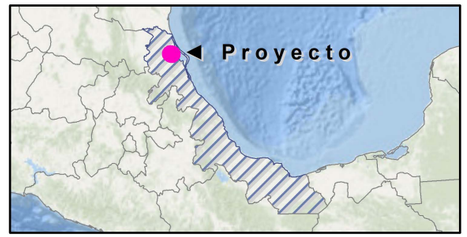
Área del proyecto
Área de influencia
Sistema ambiental regional

Región

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:10,000,000**





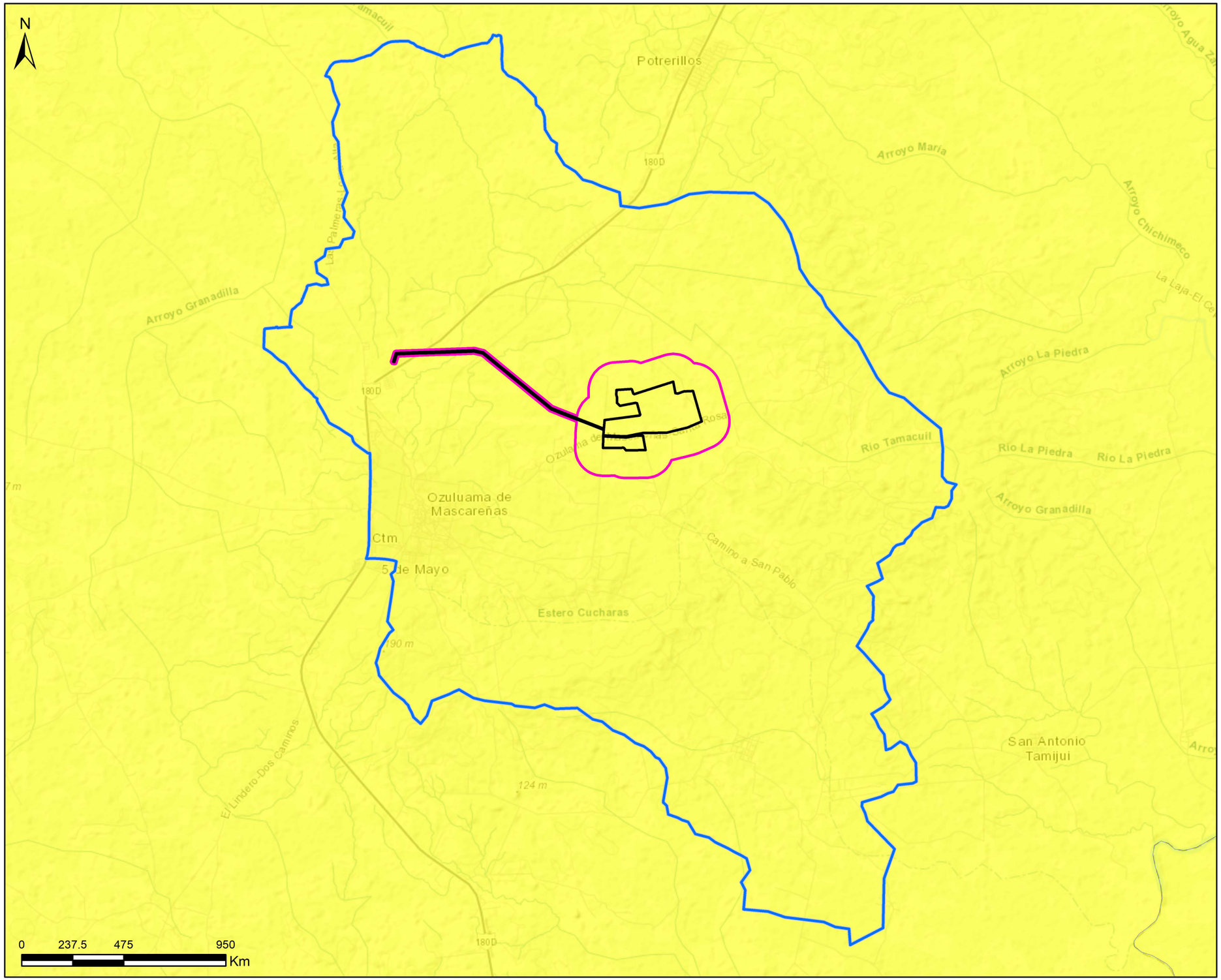
Grado de Marginación (2020)

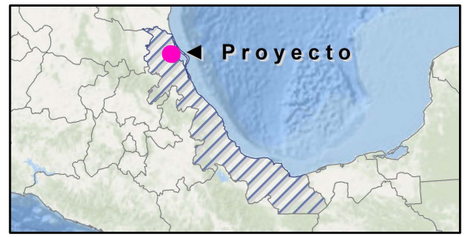
- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Fuentes: CONAPO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**





Índice de Desarrollo Humano

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

IDH

- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Sin datos

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

Las Palmeras

180D

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

San Antonio Tamijui

El Lindero-Dos Caminos

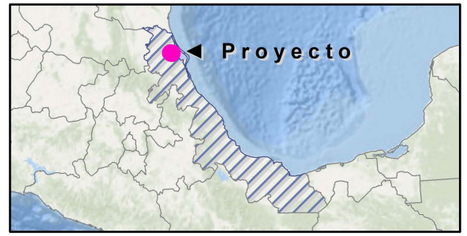
124 m

0 237.5 475 950

Km

2390590

622491



Intensidad sísmica

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Escala Mercalli

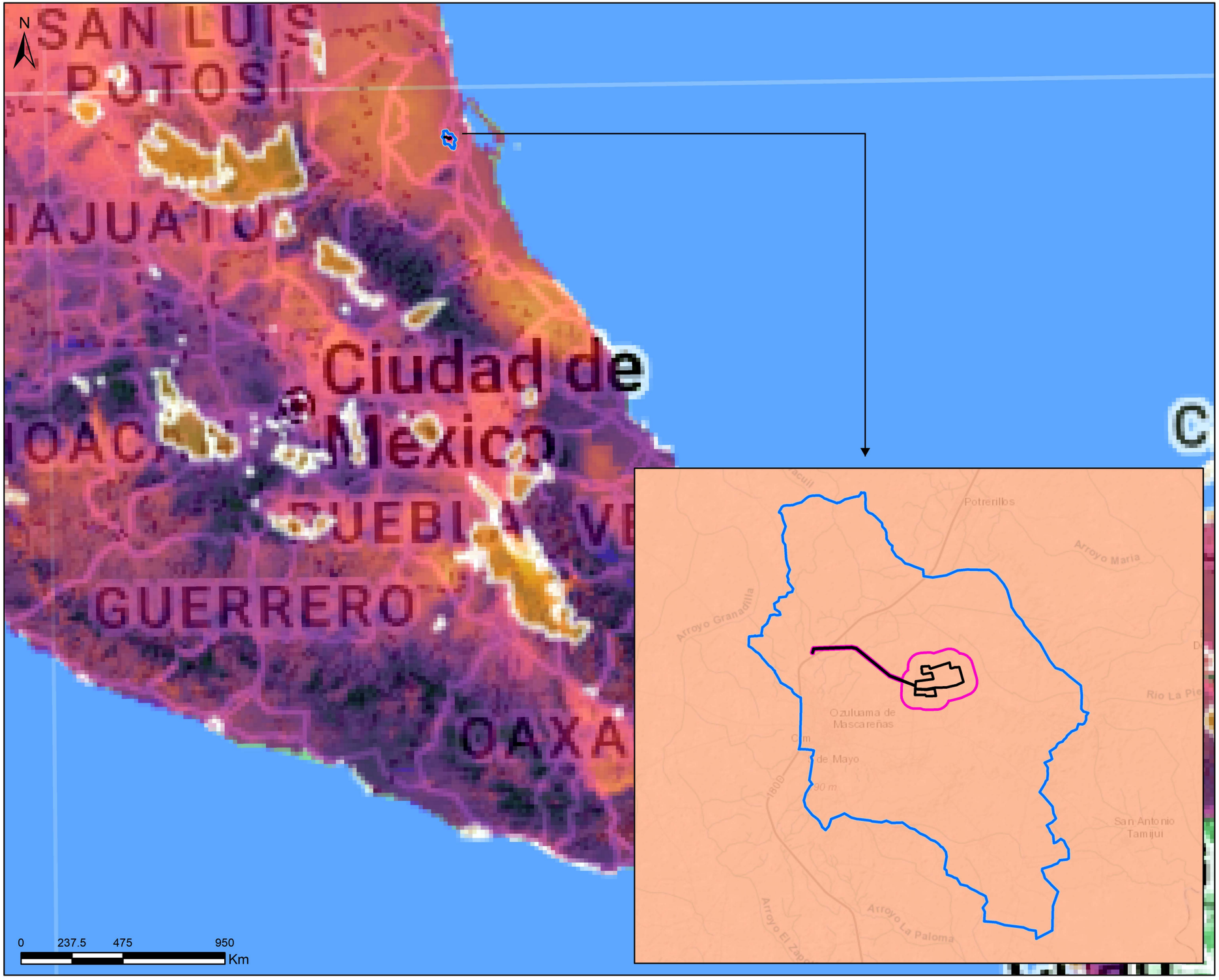
- III

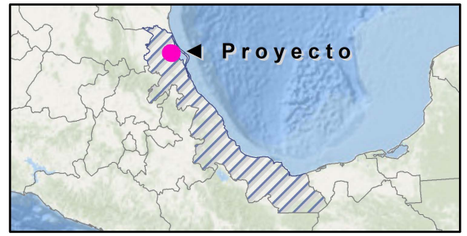
Fuentes: CENAPRED y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**





Especies mamíferos futuro (2021-2040)

Área del proyecto

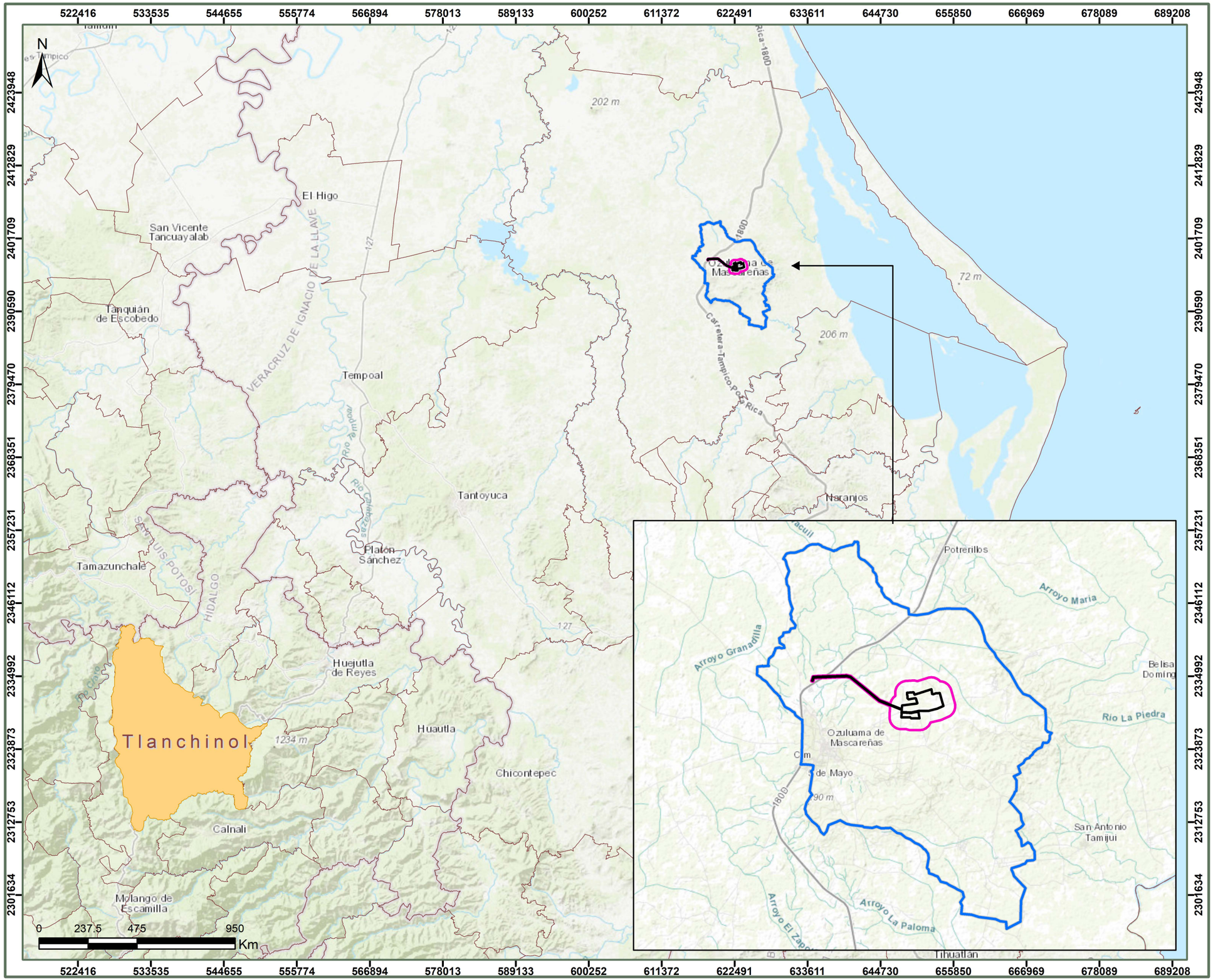
Área de influencia

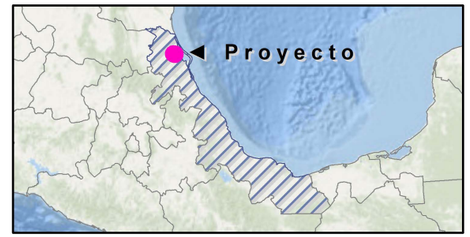
Sistema ambiental regional

Riqueza potencial:
BCC-CSM2-MR, SSP 2 4.5

[0 , 153]1 153

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:3,500,000**





Municipios con presencia de hundimientos

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional
- Municipio con hundimientos
- Municipios sin hundimientos

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:570,000**

622491

N

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

Rio Tamacuil

100 m

114 m

83 m

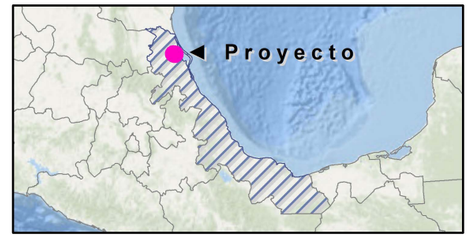
Ozulama de Mascareñas-Santa Rosa

Camino a San Pablo

Barrio Tantimilla

0 237.5 475 950 Km

622491



Número de orden

Área del proyecto

Área de influencia

Orden

1

2

3

4

Fuentes: SIATL, CONAGUA y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:19,595**

622491

2401709

2390590

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo La Piedra

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Arroyo Granadilla

Las Palmas-La Loma Alta

180D

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cuchara

190 m

124 m

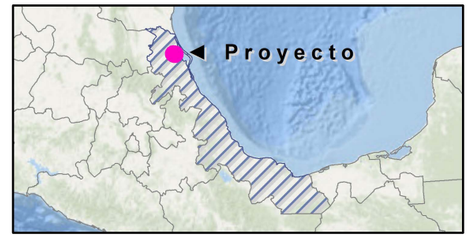
El Lindero-Dos Caminos

San Antonio Tamiji

0 237.5 475 950

Km

622491



Número de orden

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Orden

1

2

3

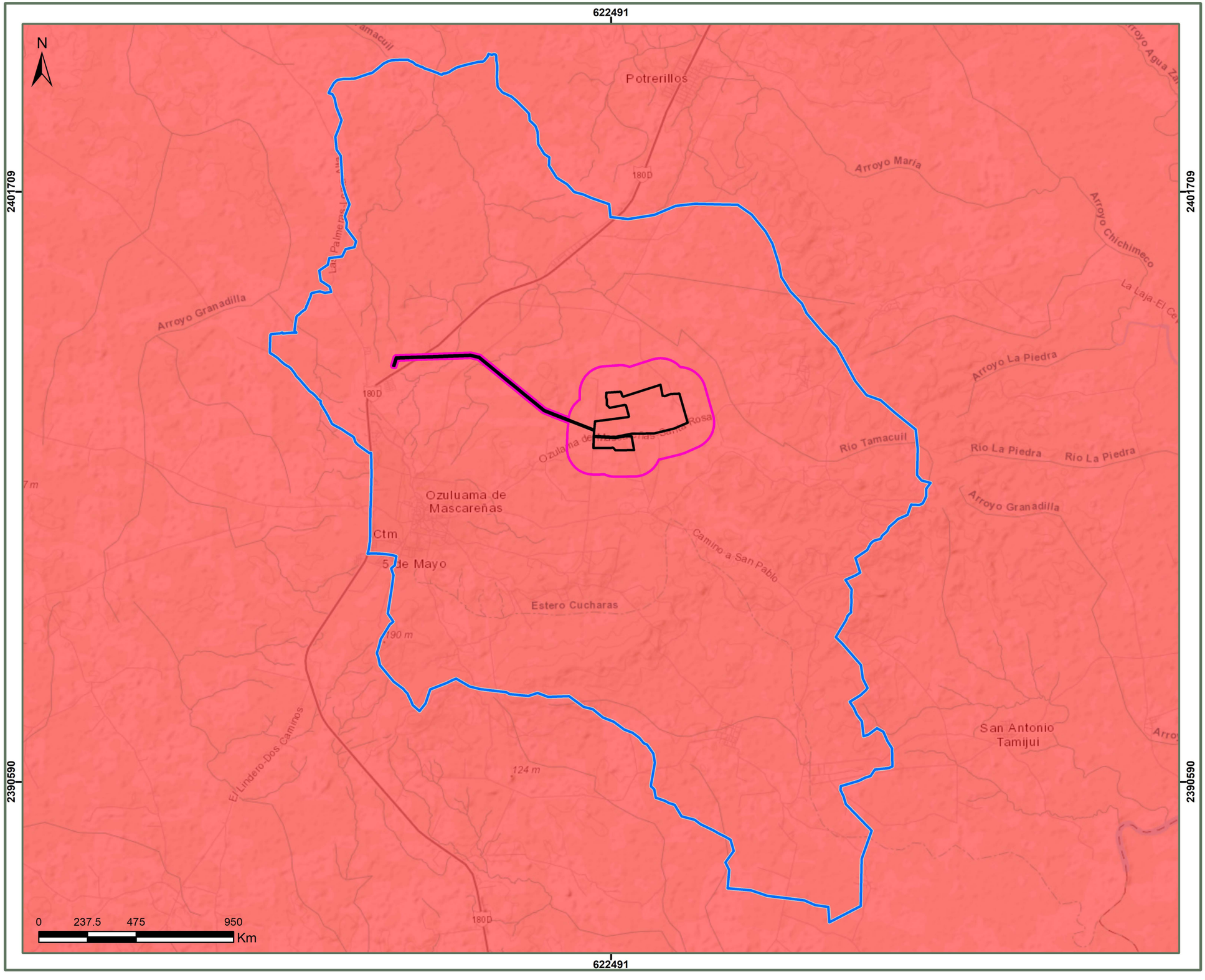
4

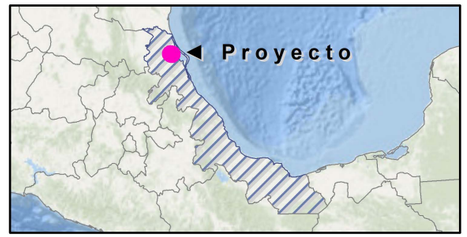
Fuentes: SIATL, CONAGUA y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**





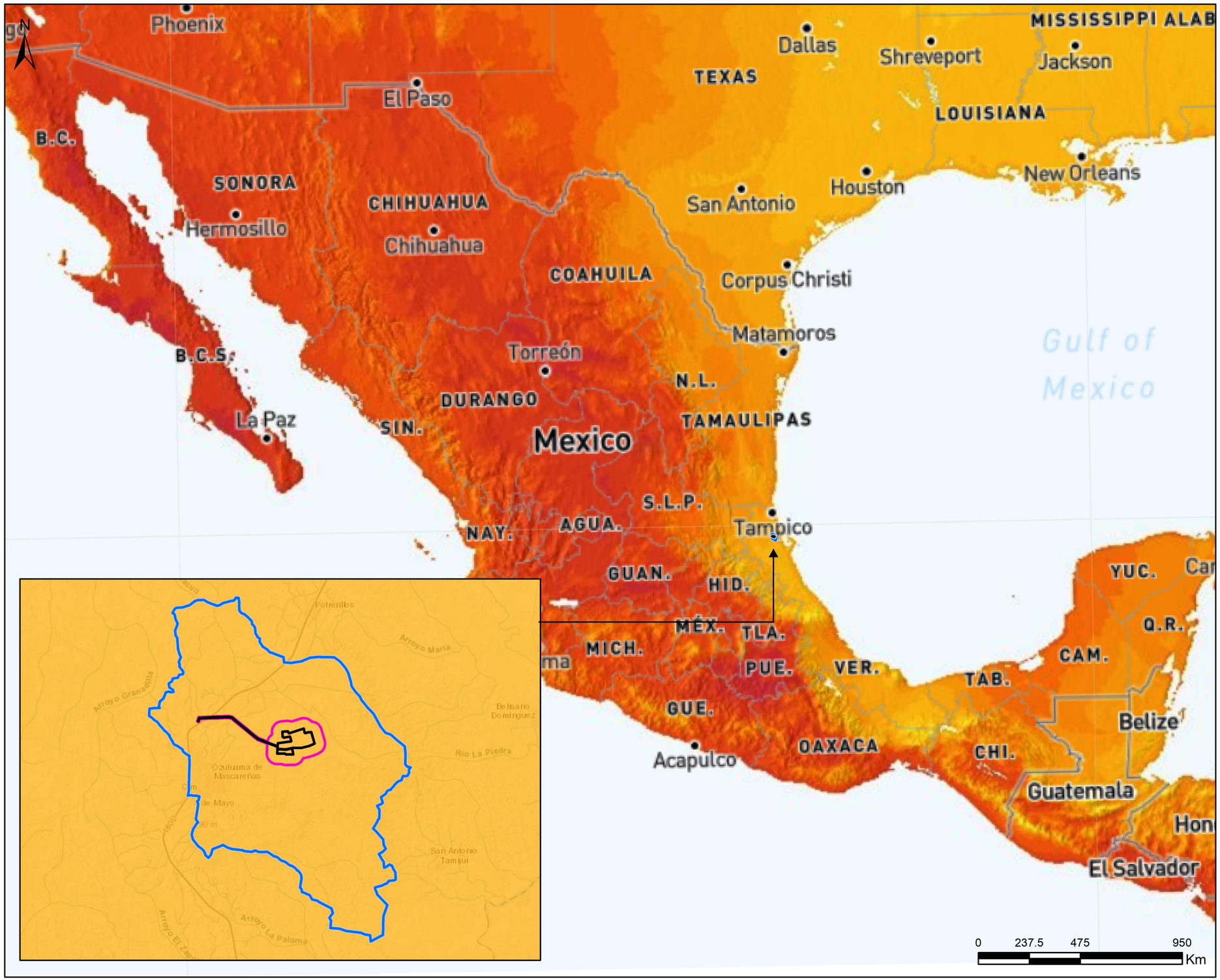
Peligro por inundaciones

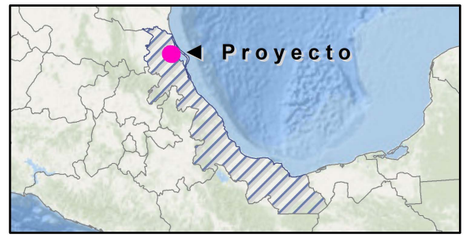
- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**





Potencial eléctrico fotovoltáico

Área del Proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

GHI

2650.0
2500.0
2350.0
2200.0
2050.0
1900.0
1750.0
1600.0
1450.0
1300.0
1150.0
1000.0
850.0
700.0

kWh/m²

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:10,000,000**

622491

2401709

N

Potrerillos

180D

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

Las Palmeras-La

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

124 m

El Lindero-Dos Caminos

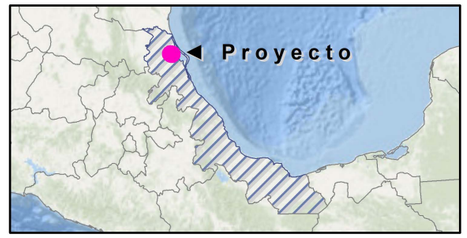
San Antonio Tamiji

0 237.5 475 950

Km

2390590

622491



Regionalización sísmica

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Región

A

B

C

D

Fuentes: CENAPRED y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

N

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

100 m

Rio Tamacuil

Rio Tamacuil

180D

114 m

Rio Tamacuil

Bonita

Lomas
de Tancachil

Ozulama de Mascareñas-Santa Rosa

Ozulama de Mascareñas Santa Rosa

José María Morelos

El Mirador

5 de Mayo

187 m

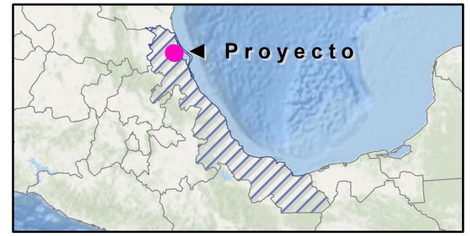
Barrio
Chancleta

Francisco Javier Mina

Camino a San Pablo

0 237.5 475 950
Km

622491



Repositorio de agua artificial para la actividad agrícola

Área del proyecto

Tipo

Repositorios de agua artificial

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:20,000**

622491

2401709

2390590

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Granadilla

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

124 m

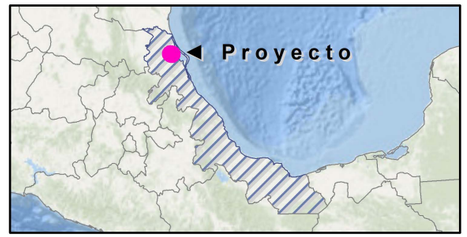
San Antonio Tamijui

El Lindero-Dos Caminos

180D

0 237.5 475 950

Km



Unidades litoestratigráficas

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Tipo

Lutita-Arenisca

N/A

Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

N

Tampico - Poza Rica

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

100 m

Río Tamacuil

Túxpam-Tampicot

La Bartolina

Bonita

El Mirador

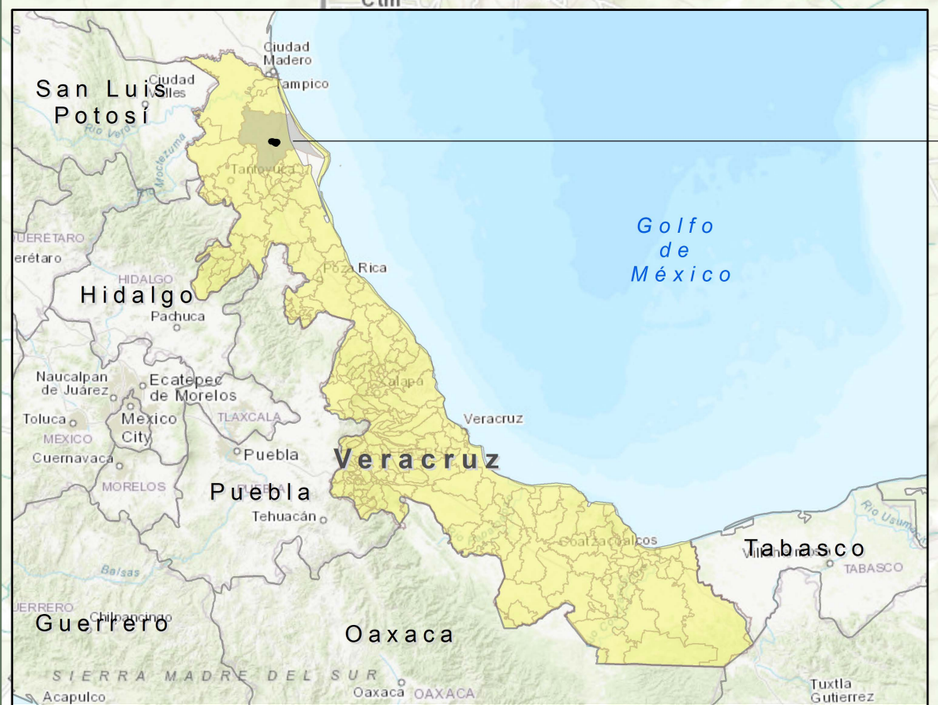
Ozuluama de Mascareñas

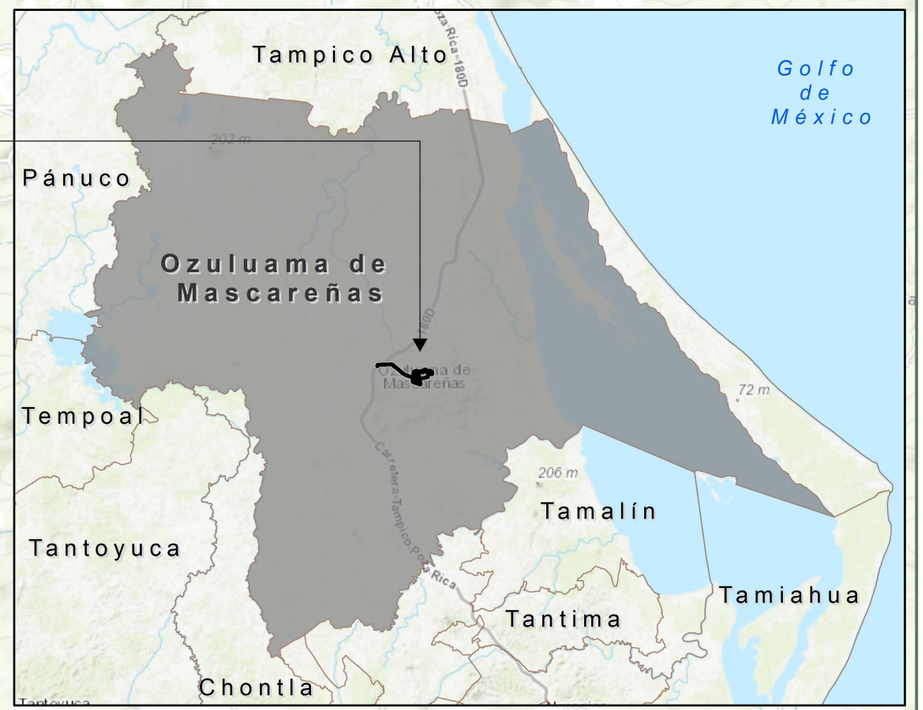
Camino a San Pablo

Calle 600

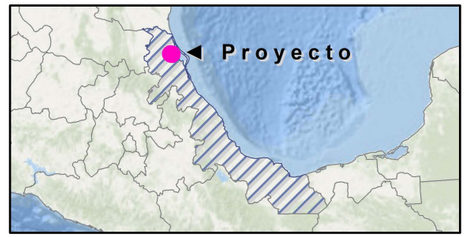
Ctm

0 237.5 475 950 Km





622491



Ubicación del Proyecto

Área del proyecto

Estados

Otros municipios

Veracruz

Municipios

Otros municipios

Ozuluama de Mascareñas

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:35,000**

622491

N

Carretera Tampico-Poza Rica

180D

100 m

Río Tamacuil

114 m

Ozulama de Mascareñas-Santa Rosa

Bonita

Lomas de Tancachil

El Mirador

187 m

Ozuluama de Mascareñas

Barrio Chancleta

Barrio Tantimilla

5 de Mayo

José María Morelos

Francisco Javier Mina

Camino a San Pablo

Amores

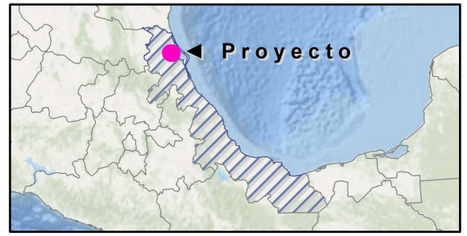
Josefa Ortiz de Domínguez

Reforma

Calle 600 Varas

0 0.5 1 237.5 475 950 Km

622491



Uso de suelo y vegetación (Clasificación de campo)

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Tipo

Agricultura de temporal anual

Agricultura de temporal permanente

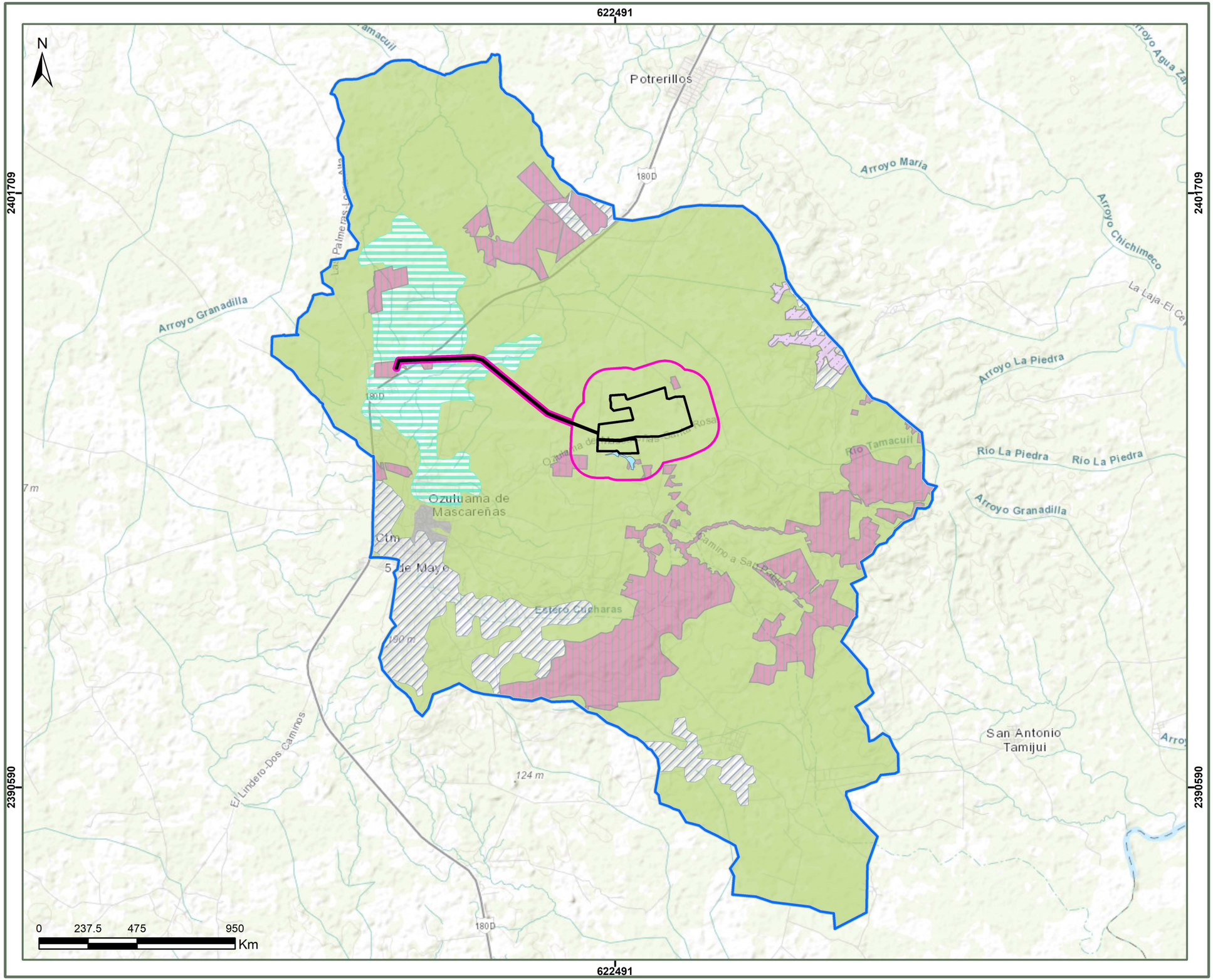
Asentamientos humanos

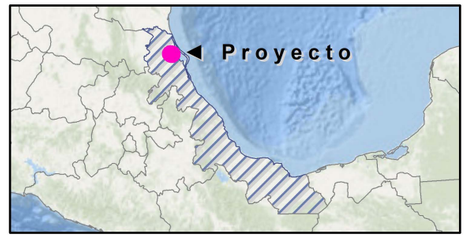
Cuerpo de agua

Pastizal cultivado

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:20,000**





Uso de suelo y vegetación (Clasificación de campo)

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Tipo

- Agricultura de temporal anual
- Agricultura de temporal permanente
- Asentamientos humanos
- Cuerpo de agua
- Pastizal cultivado
- Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia
- Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

N

Potrerillos

180D

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

Arroyo La Piedra

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

Ozuluama de Mascareñas

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

5 de Mayo

El Lindero-Dos Caminos

San Antonio Tamijui

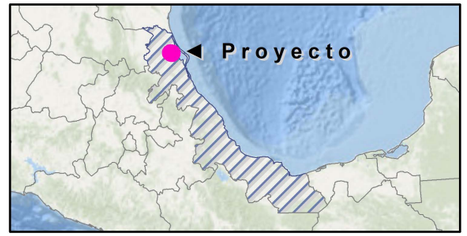
124 m

0 237.5 475 950

Km

2390590

622491



Uso de suelo y vegetación (Clasificación INEGI)

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Tipo

Agricultura de temporal anual

Agricultura de temporal permanente

Asentamientos humanos

Pastizal cultivado

Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**

622491

2401709

N

Potrerillos

Arroyo María

Arroyo Chichimeco

La Laja-El Ce

Arroyo Granadilla

Arroyo La Piedra

Río Tamacuil

Río La Piedra

Río La Piedra

Arroyo Granadilla

180D

Ozuluama de Mascareñas

Ctm

5 de Mayo

Camino a San Pablo

Estero Cucharas

190 m

124 m

El Lindero-Dos Caminos

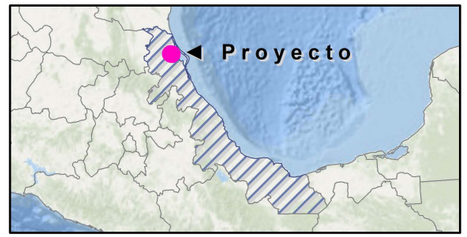
San Antonio Tamijui

0 237.5 475 950

Km

2390590

622491



Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a deslaves

Área del proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Nivel

Sin vulnerabilidad

Bajo

Medio

Alto

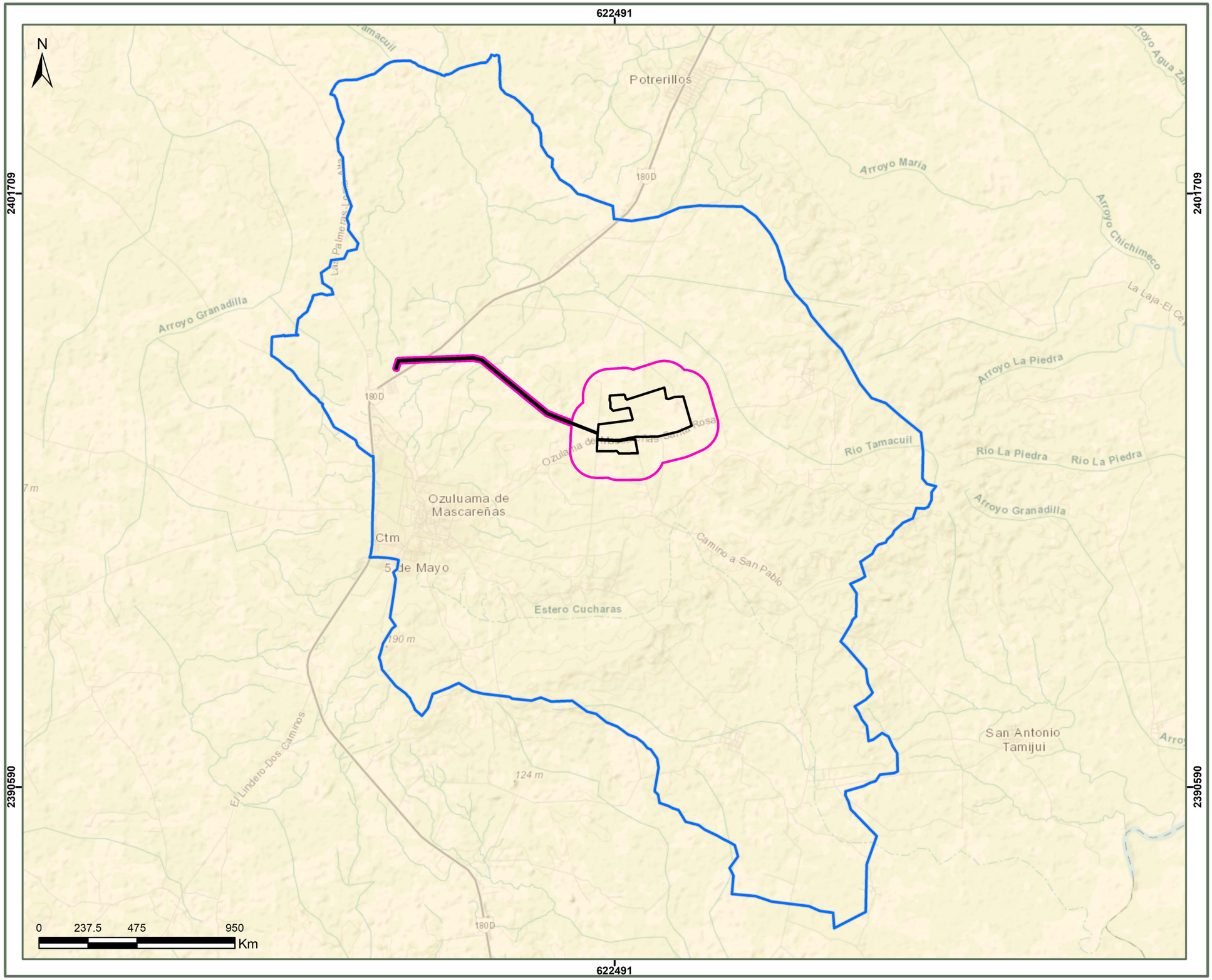
Muy alto

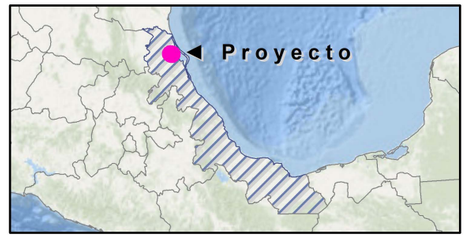
Fuentes: INECC y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**





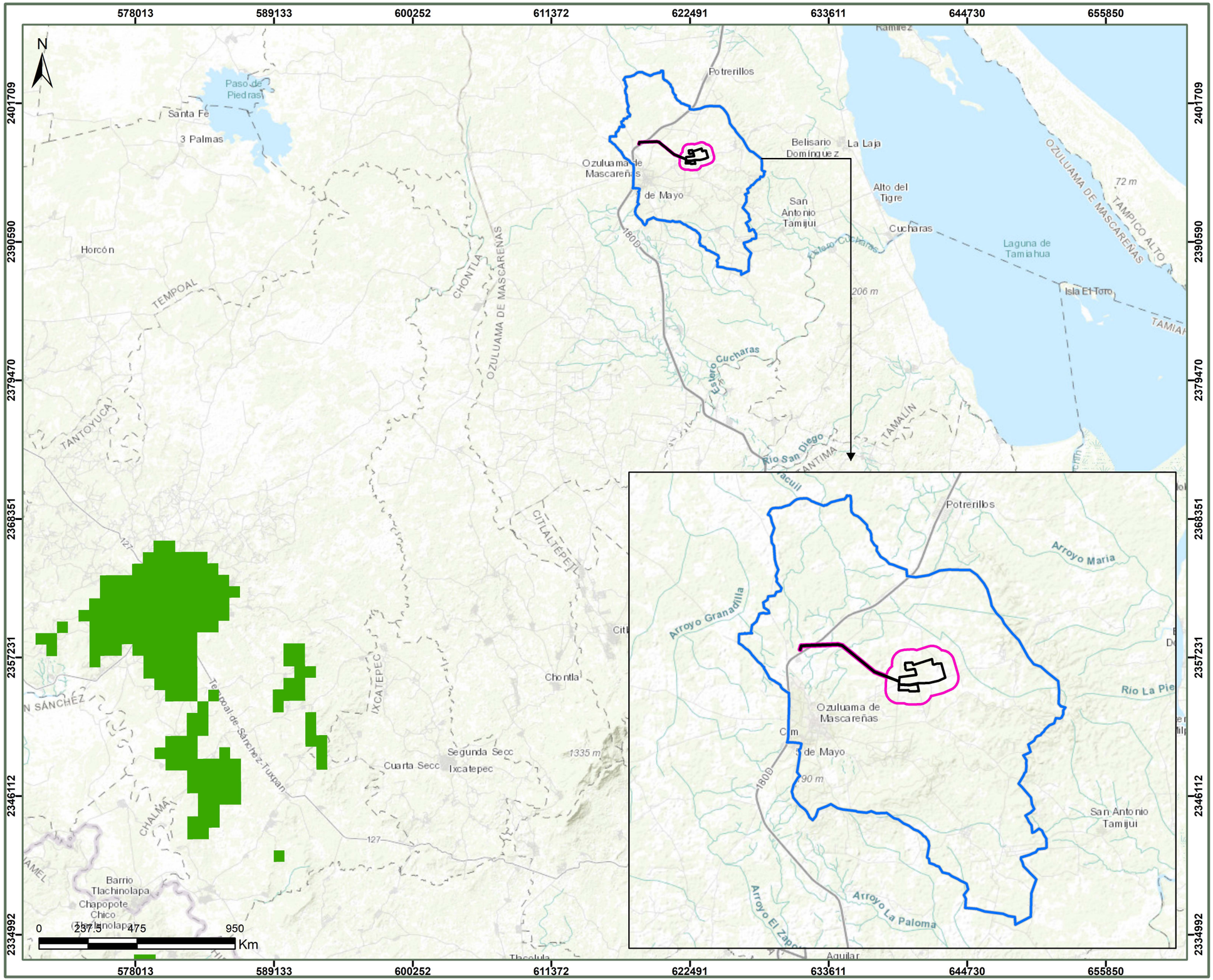
Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a inundaciones

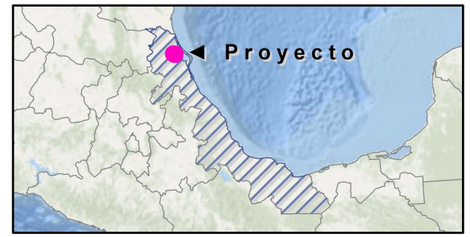
- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Nivel

- Sin vulnerabilidad
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Fuentes: INECC y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:70,000**





Zonas de calentamiento global

- Área del proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional
- Aumento entre 1 y 1.5°C de temperatura y reducción de precipitación entre 0 y 30%
- Aumento mayor a 1.5°C de temperatura y reducción de precipitación entre 0 y 30%
- Aumento mayor a 1.5°C de temperatura y reducción de precipitación mayor a 30%

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 14 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:300,000**