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



PSFV

Don Humberto

15 años

ecotono

ESTUDIOS AMBIENTALES S.A. DE C.V.

Capítulo I

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

Julio 2026

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO . 6

I.1 Nombre del Proyecto 6

I.2 Promovente 6

I.3 Responsable de la Elaboración del Estudio 6
I.3.1 Nombre o Razón Social 6
I.3.2 Nombre del Responsable Técnico de Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental. 7

I.4 Declaración Bajo Protesta de Decir Verdad 9

I.5 Ubicación del Proyecto 10
I.5.1 Entidad Federativa. 10

I.6 Imagen de Ubicación del Proyecto 10

I.7 Descripción Específica de las Obras y Actividades, Incluyendo Obras Complementarias. 22

I.8 Vinculación de las Obras o Actividades del Proyecto, Conforme al Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 22

I.9 Costos de Inversión del Proyecto. 23

I.10 Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración. 23

I.11 Duración Estimada del Proyecto 23
I.11.1 Preparación del sitio y construcción 23
I.11.1.1 Delimitación del proyecto 24
I.11.1.2 Construcción 25
I.11.2 Etapa de operación y/o mantenimiento 31
I.11.3 Cierre y abandono de sitio 34

I.12 Programa General de Trabajo 35

I.13 Características del Proyecto 36
I.13.1 Consumo de energía eléctrica 36
I.13.2 Consumo de agua 37
I.13.3 Emisiones de gases de efecto invernadero 37

I.14 Aprovechamiento de Otros Recursos Naturales (especificar). 38

I.15 Generación de Residuos 38
I.15.1 Peligrosos 38
I.15.2 Manejo especial 39
I.15.3 Sólidos Urbanos 40

I.16 Descargas de agua residual y/o de proceso 40

I.17 Superficies Generales del Proyecto 41

I.18 Uso de Suelo 54

I.19 Anexos 70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1 Domicilio y datos de contacto del promovente 6
Tabla I. 2 Datos de la empresa consultora 7
Tabla I. 3 Equipo técnico 7
Tabla I. 4 Coordenadas extremas polígono general 19
Tabla I. 5 Coordenadas del Polígono del PSFV 20
Tabla I. 6 Coordenadas Línea de Interconexión 21
Tabla I. 7 Coordenadas Línea de Conexión Interna 21
Tabla I. 8 Coordenadas Área de Baterías 22
Tabla I. 9 Coordenadas Oficinas 22
Tabla I. 10 Desglose de montos requeridos para el desarrollo del Proyecto 23
Tabla I. 11 Programa de trabajo del proyecto 35
Tabla I. 12 Superficie total de proyecto y por componentes 42
Tabla I. 13 Características del proyecto 47
Tabla I. 14 Área del Proyecto y área destinada a infraestructura auxiliar 49
Tabla I. 15 Porcentaje que representa el área de paneles solares, caminos interiores y el área de la franja de amortiguamiento 49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1 Macrolocalización de la zona del proyecto 12
Figura I. 2 Obras que integran al PSFV 13
Figura I. 3 Imágenes de Dron del predio y de la SE donde se conectará el proyecto 14
Figura I. 4 Obras que componen al PSFV Don Humberto 18
Figura I. 5 Ejemplo del cerco perimetral 25
Figura I. 6 Ejemplo del mantenimiento de los paneles 33
Figura I. 7 Ejemplo de la inspección de conexiones y cableado 34
Figura I. 8 Ejemplo de un parque fotovoltaico 45
Figura I. 9 Imágenes de la vegetación de borde que se dejará como franja de amortiguamiento 50
Figura I. 10 Imágenes de la vegetación de borde que se dejará como franja de amortiguamiento 51
Figura I. 11 Esquema de cómo se pretende construir el PSFC Don Humberto 53
Figura I. 12 Vista de las condiciones del área donde se pretende desarrollar el Proyecto 54
Figura I. 13 Vista de las condiciones del área donde se pretende desarrollar el Proyecto 55
Figura I. 14 Uso de suelo y vegetación presente en la zona del proyecto 56
Figura I. 15 Vista de la delimitación del predio principalmente por caminos 57
Figura I. 16 Vista de la delimitación del predio principalmente por caminos 58
Figura I. 17 Imagen donde se aprecia el esquema del Proyecto y la línea de interconexión 59
Figura I. 18 Imágenes donde se aprecia el tramo subterráneo de la línea de interconexión 59
Figura I. 19 Imágenes que muestran el tramo subterráneo de la línea de interconexión 60
Figura I. 20 Imágenes de la línea de interconexión en su tramo aéreo 61
Figura I. 21 Imágenes de la línea de interconexión en su tramo aéreo 62
Figura I. 22 Imágenes de la línea de interconexión en su tramo aéreo 63
Figura I. 23 Imágenes de la llegada de la línea de interconexión aérea a la SE CSA 64
Figura I. 24 Imágenes donde se observa infraestructura eléctrica a las márgenes de la carretera Mazatlán – Culiacán 65
Figura I. 25 Imágenes donde se observa infraestructura eléctrica a las márgenes de la carretera Mazatlán – Culiacán 66
Figura I. 26 Imágenes donde se observa la existencia de infraestructura eléctrica 67
Figura I. 27 Imágenes donde se observa la Subestación Eléctrica CSA 68
Figura I. 28 Imágenes donde se observa la Subestación Eléctrica CSA 69

I. Datos Generales Del Proyecto, Del Promovente, Del Responsable Del Estudio De Impacto Ambiental Y Descripción Del Proyecto

I.1 Nombre del Proyecto

PSFV Don Humberto.

I.2 Promovente

PSFV Don Humberto S.A.P.I. de C.V.



I.3 Responsable de la Elaboración del Estudio

I.3.1 Nombre o Razón Social

Ecotono Estudios Ambientales, S.A. DE C.V.

Tabla I. 2 Datos de la empresa consultora

Empresa consultora	
Empresa:	ECOTONO ESTUDIOS AMBIENTALES, S.A. DE C.V.
[redacted]	[redacted]
Director General:	M. en C. Gabriel Espejel Montaño

I.3.2 Nombre del Responsable Técnico de Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

M. en C. Gabriel Espejel Montaño

El presente estudio se realizó con la participación de un grupo interdisciplinario, conformado por los siguientes especialistas.

Tabla I. 3 Equipo técnico

Nombre	Participación
Gabriel Espejel Montaño	Supervisión de la elaboración de la MIA-R
[redacted]	



I.4 Declaración Bajo Protesta de Decir Verdad

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del Impacto Ambiental, se presenta la Declaración bajo protesta de decir verdad del responsable técnico de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y del Representante Legal de la empresa promovente.

Gabriel Espejel Montaño, en mi carácter de responsable técnico de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) del proyecto “PSFV Don Humberto”, Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

Nota: La responsabilidad respecto del contenido del presente documento corresponderá a quien lo elabore. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas.

Sin otro asunto por el momento estoy a sus órdenes para cualquier aclaración o duda al respecto.

ATENTAMENTE

M.C. Gabriel Espejel Montaño
Administrador Único
ECOTONO ESTUDIOS AMBIENTALES S.A. DE C.V.
[redacted]

I.5 Ubicación del Proyecto

El proyecto a evaluar se encuentra en el municipio de Culiacán en el estado de Sinaloa.

I.5.1 Entidad Federativa.

Sinaloa, México.

I.6 Imagen de Ubicación del Proyecto

Se pretende la construcción del Proyecto PSFV Don Humberto, en lo sucesivo el Proyecto, se pretende ubicar en el municipio de Culiacán en el estado de Sinaloa, el cual consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de una central fotovoltaica y su red de interconexión para la generación de energía eléctrica, mediante el aprovechamiento de energía solar, que tendrá una potencia pico de 25.4 MW y una potencia nominal de 20.3 MW. La superficie total del polígono es de 36 ha, de las cuales solo se ocuparan 32 ha, estas serán utilizadas para la central fotovoltaica y 2.106 ha para instalar la Línea de Transmisión Eléctrica en media tensión (LMT), que contará con una longitud total de 1.73 km (0.103 km dentro de las 32.09 ha de la Central y 1.627 km fuera de la Central), con un ancho de derecho de vía en su tramo aéreo de 13.5 m y que interconectará el Proyecto a la Subestación Eléctrica Costa Rica (CSA) La totalidad del área del Proyecto corresponde a terrenos de uso agrícola. Para efectos de la definición de la superficie total del Proyecto, no se considera el tramo subterráneo de la LMT, el cual consta de 0.17 km y no requerirá del establecimiento de un derecho de vía.

La central fotovoltaica está integrada por 38,280 módulos fotovoltaicos LONGi Solar modelo LR8-66HYD-660M, de 660 Wp cada uno, montados sobre seguidores horizontales de un eje Arctech Solar SkyLine. La potencia instalada en corriente directa es de 25.2648 MWp. La planta cuenta con 66 inversores Huawei SUN2000-330KTL-H1, de 0.330 MVA nominal y 0.300 MVA a 40°C, agrupados en tres centros de transformación de 6.6 MVA cada uno. La potencia instalada en corriente alterna es de 21.78 MVA a 30°C. La potencia instalada neta es de 19.2 MW, equivalente a 19.8 MVA a 40°C con factor de potencia de 0.970 a plena carga.

El Proyecto contará con un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE) integrado a la central fotovoltaica. El sistema se cargará exclusivamente con energía generada por la propia planta fotovoltaica y podrá descargar dicha energía hacia el mismo sistema colector de la central. Tanto la carga como la descarga se realizarán a través de la Subestación de la propia central, en media tensión de 34.5 kV.

El SAEE estará conformado por cinco contenedores de baterías Huawei modelo LUNA2000-5015-2S. Cada contenedor cuenta con 5.015 MWh de capacidad nominal y 2.5075 MW de potencia nominal. El sistema incorpora convertidores de potencia (PCS) Huawei modelo LUNA2000-213KTL-H0, de 213 kW / 213 kVA a 40°C, con salida nominal de 800 V, configuración 3W+PE. Las baterías utilizan tecnología LFP (litio-ferrofosfato), enfriamiento líquido y sistema integrado de supresión contra incendios. La capacidad del

SAEE disponible en el punto de interconexión es de 6.470 MW y 20.060 MWh. Su tiempo de operación estimado en el punto de interconexión es de 3 horas y 6 minutos. El SAEE operará con tecnología Grid Forming y contará con rampa de potencia programable, hasta un máximo de 6.470 MW/s.



Figura I. 1 Macrolocalización de la zona del proyecto

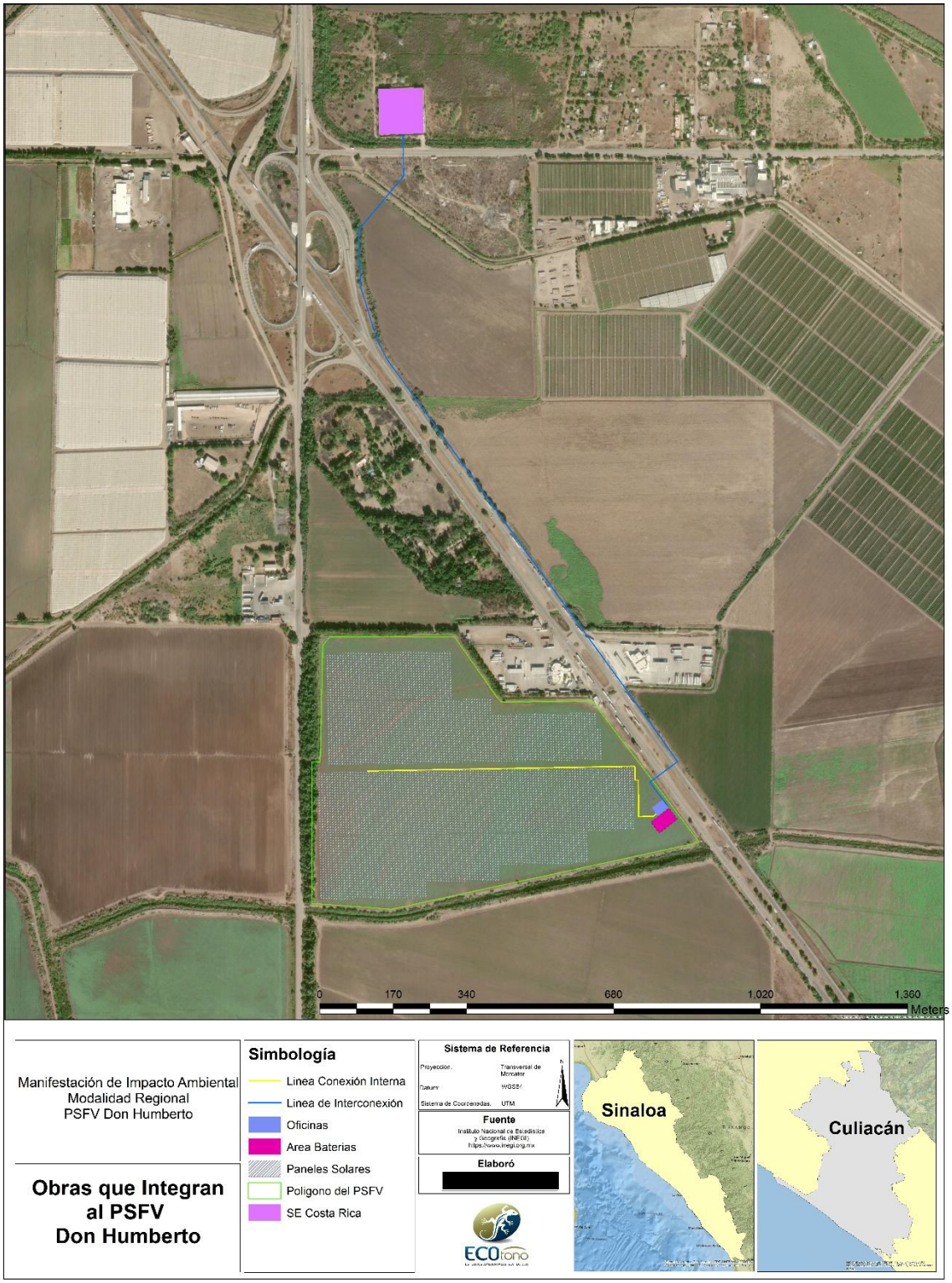


Figura I. 2 Obras que integran al PSFV



Figura I. 3 Imágenes de Dron del predio y de la SE donde se conectará el proyecto

El proyecto se compone de las siguientes estructuras y áreas destinadas a obras internas que se desarrollaran dentro de las 32 ha del polígono propuesto para el PSFV Don Humberto.

- Módulos fotovoltaicos (Longi Solar, modelo LR8-66HYD-660M)
- Seguidores horizontales (Arctech Solar, modelo SkyLine II configuración 1V)
- Inversores (Huawei, modelo SUN2000-330KTL-H1)
- Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE)
- Centros de transformación
- Subestación (SE) colectora en 34.5 kV
- Caminos interiores
- Edificio administrativo
- Talleres
- Almacenes
- Área de residuos
- Estacionamiento
- Cerca perimetral
- Postes de concreto de 13 m de altura y 600 kg de fuerza
- Cable ACSR-XLP, semiaislado con cubierta de polietileno

A su vez, se desglosa el área que utilizara cada obra propuesta dentro de las 32 ha del PSFV Don Humberto.

Nombre del área	Superficie
Área disponible	
Área Total Predio	36 ha
Área para el PSFV Don Humberto	32 ha



Dentro de las 32 ha se desglosan las siguientes superficies

Área de Paneles	
Área 1	9.60 ha
Área 2	14.8 ha
	
Áreas de Estaciones de Interconexión	
Oficinas	618 m2
Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE)	1,370 m2
	
Areas Adicionales	
Caminos Internos	1.24 ha



A continuación, se muestra una imagen con los componentes internos con los que contara el PSFV Don Humberto.

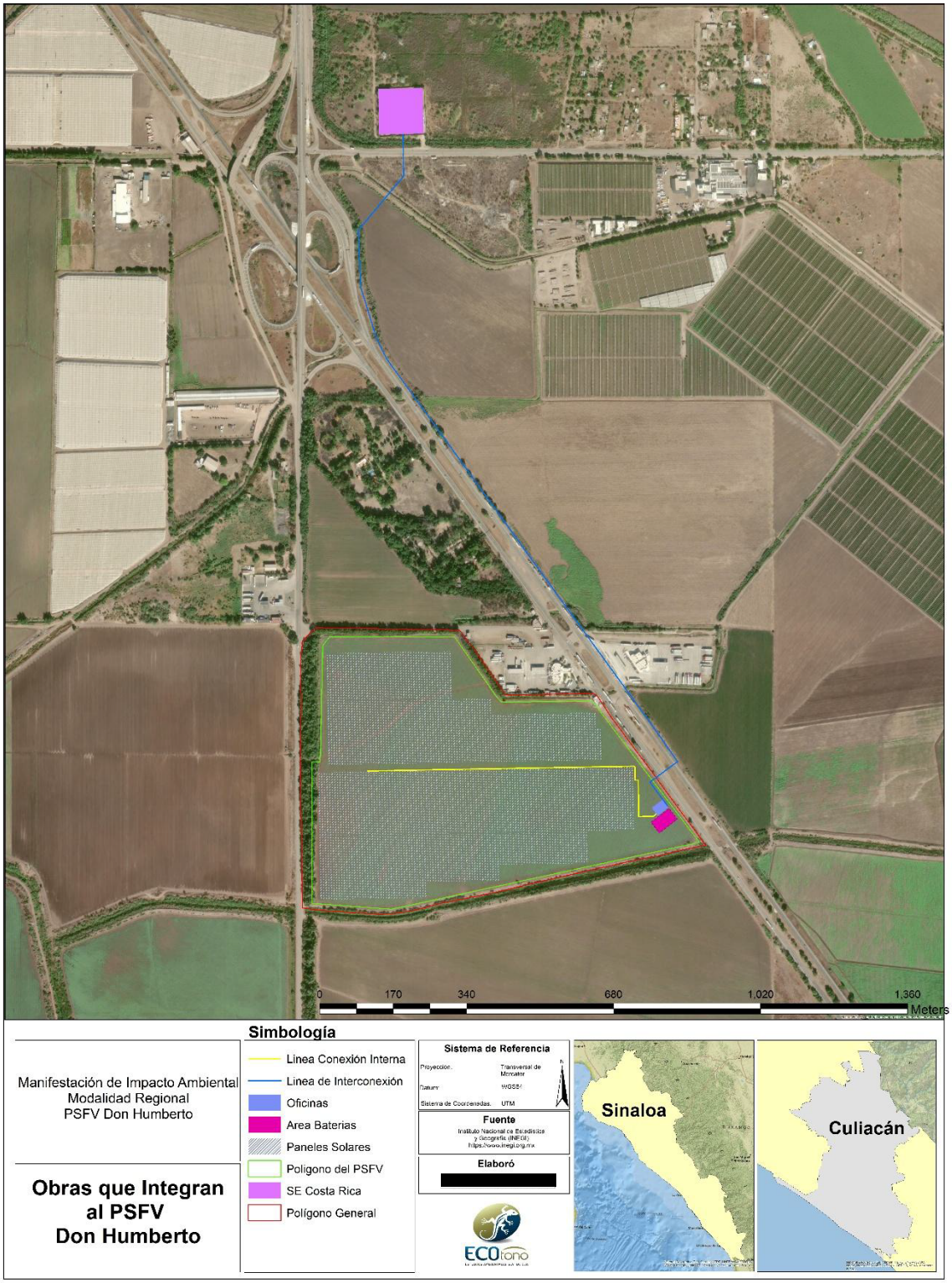


Figura I. 4 Obras que componen al PSFV Don Humberto

Así mismo se muestran las coordenadas de estas obras que integrarán el PSFV Don Humberto, todo esto dentro de las 32 ha como se muestra a continuación.

Tabla I. 4 Coordenadas extremas polígono general

Coordenadas UTM Zona 13 Polígono General PSFV		
Vértice	X	Y
0	252477.802	2720788.61
1	252520.783	2720787.07
2	252606.247	2720784.78
3	252680.959	2720781.73
4	252779.998	2720778.1
5	252813.035	2720733.59
6	252845.083	2720684.79
7	252874.009	2720641.24
8	252946.861	2720640.26
9	253000.7	2720640.85
10	253059.867	2720640.73
11	253067.569	2720635.17
12	253096.048	2720589.9
13	253120.981	2720555.94
14	253151.278	2720512.94
15	253178.455	2720476.05
16	253200.908	2720443.65
17	253230.959	2720401.12
18	253271.109	2720345.1
19	253290.608	2720317.4
20	253252.258	2720311.58
21	253194.885	2720298.58
22	253147.872	2720290.67
23	253046.304	2720270.22
24	252943.665	2720249.02
25	252841.729	2720226.19
26	252729.137	2720206.18
27	252713.141	2720202.1
28	252696.774	2720197.44
29	252663.114	2720190.64
30	252630.612	2720186.31
31	252602.083	2720185.3
32	252571.78	2720187.56

33	252537.665	2720190.42
34	252506.693	2720193.61
35	252469.394	2720196.8
36	252438.694	2720201.87
37	252438.758	2720212.3
38	252439.66	2720413.91
39	252439.909	2720511.72
40	252444.277	2720636.74
41	252444.162	2720677.01
42	252445.022	2720730.64
43	252449.345	2720762.57
44	252477.802	2720788.61

Tabla I. 5 Coordenadas del Polígono del PSFV

Coordenadas UTM Zona 13 Polígono del PSFV		
Vértice	X	Y
0	252506.398	2720769.42
1	252769.623	2720763.57
2	252824.346	2720683.18
3	252849.062	2720646.63
4	252855.823	2720636.59
5	252864.55	2720626.7
6	253056.567	2720623.93
7	253057.861	2720623.31
8	253277.127	2720324.27
9	252625.843	2720195.76
10	252500.267	2720207.33
11	252459.556	2720210.97
12	252464.217	2720489.95
13	252464.443	2720507.9
14	252481.534	2720508.14
15	252491.354	2720751.05
16	252506.398	2720769.42

Tabla I. 6 Coordenadas Línea de Interconexión

Coordenadas UTM Zona 13 Línea de Interconexión		
Vértice	X	Y
0	253210.557	2720403.21
1	253175.222	2720452.78
2	253234.254	2720494.76
3	253183.428	2720570
4	253004.787	2720823.7
5	252752.691	2721184.34
6	252635.696	2721351.11
7	252615.952	2721393.32
8	252584.828	2721499.83
9	252581.26	2721620.44
10	252679.393	2721732.97
11	252679.334	2721820.15

Tabla I. 7 Coordenadas Línea de Conexión Interna

Coordenadas UTM Zona 13 Línea de Conexión Interna		
Vértice	X	Y
0	252581.26	2720487.61
1	252581.26	2720486.61
2	253142.224	2720486.61
3	253144.206	2720484.39
4	253144.206	2720457.23
5	253150.53	2720457.23
6	253150.478	2720380.8
7	253180.888	2720380.8
8	253187.181	2720385.43
9	252737.642	2720487.61
10	252737.642	2720486.61
11	252983.951	2720487.61
12	252983.951	2720486.61

Tabla I. 8 Coordenadas Área de Baterías

Coordenadas UTM Zona 13 Área de Baterías		
Vértice	X	Y
0	253231.672	2720373.65
1	253193.005	2720345.21
2	253175.822	2720368.57
3	253214.49	2720397.01
4	253231.672	2720373.65

Tabla I. 9 Coordenadas Oficinas

Coordenadas UTM Zona 13 Oficinas		
Vértice	X	Y
0	253189.997	2720381.48
1	253177.817	2720398.56
2	253201.124	2720415.7
3	253213.305	2720398.62
4	253189.997	2720381.48

I.7 Descripción Específica de las Obras y Actividades, Incluyendo Obras Complementarias.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el proyecto contará con obras temporales destinadas a proporcionar los servicios y espacios necesarios para el desarrollo de las actividades constructivas. Estas instalaciones incluirán almacenes de equipos, herramientas e insumos, patios de maquinaria, zonas de acopio de materiales, sanitarios portátiles, áreas de estacionamiento, comedor y cocina, oficinas, almacenes temporales de residuos y accesos a la obra.

La ubicación de dichas obras podrá reubicarse conforme al avance del proceso constructivo, por lo que se consideran dentro de toda la superficie del proyecto. Al concluir esta etapa, las instalaciones temporales serán desmanteladas y se realizará la limpieza y acondicionamiento del área intervenida.

I.8 Vinculación de las Obras o Actividades del Proyecto, Conforme al Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El “Proyecto Fotovoltaico Don Humberto” (PSFV Don Humberto), se encuadra dentro de las obras y actividades previstas en el artículo 5, inciso K) “Industria Eléctrica”,

del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, específicamente en las fracciones II y III, relativas a la construcción de subestaciones eléctricas de potencia o distribución, así como a las obras de transmisión y subtransmisión eléctrica asociadas al proyecto. Asimismo, considerando la naturaleza del proyecto como infraestructura destinada a la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables, su desarrollo implica la ejecución de obras civiles, eléctricas y de apoyo que requieren autorización previa en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), conforme a lo establecido en dicho ordenamiento.

I.9 Costos de Inversión del Proyecto.

El monto de inversión para la construcción del proyecto fue estimado considerando sus componentes en $ 38,800,712.00 de dólares americanos, en la siguiente se desglosan los montos referentes a cada componente:

Tabla I. 10 Desglose de montos requeridos para el desarrollo del Proyecto

Componente	Inversión Estimada (USD)
Módulos Fotovoltaicos	$ 16,157,510.00
Tracker	$ 6,586,458.00
Inversores	$ 2,478,410.00
Obras Generales y Balance de Planta (BOP)	$ 12,487,735.00
Actividades previas y construcción de la LMT	$ 630,448.00
Subtotal inversión construcción	**$ 38,340,561.00**
Medidas de Mitigación	$ 232 841.00
Programa de Inversión Social	$ 227,310.00
Total	**$ 38,800,712**

I.10 Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración.

Se destinará un monto estimado de $232,841.00 Dólares, un aproximado de $4,824,000.00 MXN para la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración ambiental.

I.11 Duración Estimada del Proyecto

I.11.1 Preparación del sitio y construcción

La construcción de las edificaciones y la instalación de servicios para infraestructura se realizarán en un plazo de 36 meses, en los que se concluirán todas las obras necesarias, incluyendo los módulos fotovoltaicos, subestaciones eléctricas y la línea de transmisión.

I.11.1.1 Delimitación del proyecto

Previo al inicio del proceso constructivo y bajo la coordinación del responsable ambiental del proyecto, se realizará la delimitación del predio, para posteriormente llevar a cabo actividades de ahuyentamiento de fauna, que pudiera encontrase en la zona del proyecto.

Rescate de flora y fauna.

La primer actividad que se realizará, respecto a la preparación del sitio, será la aplicación de acciones de ahuyentamiento de fauna, a fin de proteger todas las especies de fauna que pudieran encontrase en el predio durante la etapa de construcción, rescatando todos aquellos individuos susceptibles a reubicar, siguiendo los criterios ambientales establecidos, dentro de los que se consideran aquellas especies que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última actualización, si bien durante los trabajos de campo no se encontraron especies de flora susceptibles a reubicar, con el periodo de abandono que tendrá el terreno, hasta obtener la autorización de impacto ambiental, así como los demás permisos necesarios, pudieran crecer especies arbóreas las cuales pudieran ser susceptibles a reubicar, ya que el proyecto pretende ser propositivo y evitar en la medida cualquier afectación al ambiente.

Desmonte y despalme.

Una vez realizadas las actividades de rescate de flora y fauna, se llevará a cabo la ejecución de limpieza general del terreno, lo que incluye el retiro de basura, escombros y desperdicios que existan en el lugar, realizando el desmonte y despalme de la superficie del proyecto.

El desmonte consistirá en el retiro de la vegetación que existe en la zona del Proyecto, que en este caso serán las posibles especies de maíz o jitomate que puedan crecer por dispersión, ya que los predios aledaños cuentan con cultivos vivos, estas actividades se ejecutarán de forma manual y/o con maquinaria pesada. Parte del material resultante del desmonte del área, se triturará y se trasladará hasta el sitio donde se ubique el vivero temporal, para posteriormente utilizarlo como composta, misma que se incorporará en el sitio de amortiguamiento. Esto con la finalidad de que dicho material aporte los nutrientes necesarios a la plantación, al mismo tiempo que protege al suelo contra posibles agentes erosivos.

El despalme consiste, en retirar la capa superficial del suelo, esta actividad se llevará a cabo con maquinaria pesada. Una porción del material resultante del despalme se utilizará como relleno de aquellas zonas donde el proyecto lo requiera, para su posterior nivelación; una fracción de dicho material será trasladado hasta el sitio donde se ubique el vivero temporal, para posteriormente utilizarlo como sustrato para las especies rescatadas y/o la germinación de las semillas colectadas previo al inicio de obra del proyecto.

Nivelación

Una vez que se hayan realizado las actividades de desmote y despalme, se llevará a cabo un deslinde de las áreas a ocupar, realizando simultáneamente la nivelación del terreno con el objeto de optimizar la superficie.

Las actividades de nivelación del terreno se refieren a los movimientos de tierra necesarios para alcanzar un plano horizontal adecuado a los propósitos y requerimientos de la obra civil a ejecutar. Debido a que la superficie del proyecto presenta una nivelación predominantemente uniforme, no se pretende modificar en gran medida la topografía del sitio. En el caso de ser necesario, se procederá a rellenar la superficie del terreno con un material adecuado, el cual puede ser obtenido de los materiales extraídos en las propias actividades de despalme y nivelación.

I.11.1.2 Construcción

La instalación fotovoltaica es el principal elemento del proyecto, sin embargo, para llegar a esta etapa es necesario realizar la instalación de complementos.

Obras civiles

Dentro de las obras civiles que integran la etapa de construcción se encuentran las excavaciones, relleno e instalaciones hidráulicas y sanitarias temporales, entre otras.

Cerco perimetral.

Se construirá un cerco perimetral con el objetivo de delimitar el polígono que utilizará el proyecto, y como método de protección y seguridad de los equipos evitando la entrada de personas ajenas al proyecto. En el perímetro de los predios que integran el Proyecto se colocará una cerca de malla ciclónica que tendrá 2 m de altura. La cerca tendrá un acceso principal con puertas de 6 m de ancho y alambre de púas en la parte superior de la cerca.

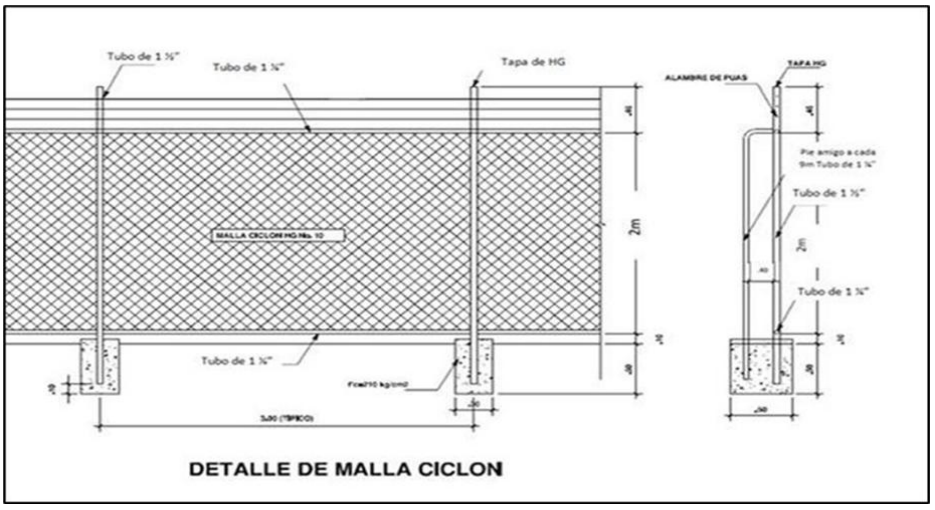


Figura I. 5 Ejemplo del cerco perimetral

Zanjas

Para las conexiones eléctricas del proyecto fotovoltaico, se efectuarán canales de sección rectangular donde se depositarán las líneas de colectores eléctricas, con sus correspondientes registros según la norma vigente (NOM-001-SEDE-2012), estas actividades no interfieren con ninguna de las otras actividades expresadas en la fase de construcción, por lo que pueden iniciar al mismo tiempo. Se incluyen también las zanjas para el cableado de los sistemas de monitorización y el cableado de los sistemas de seguridad y vigilancia.

a. Zanjas para canalizaciones eléctricas de baja tensión y monitorización.

Estas zanjas se ubicarán desde las cajas de distribución hasta los inversores, se podrá alojar el cableado del sistema de monitorización de la planta. Las excavaciones tendrán un ancho de 60 cm por 80 cm de profundidad. Una vez realizada la zanja se colocará la cinta de señalización de conexiones eléctricas subterráneas, finalmente se rellenará la zanja con material proveniente de la excavación hasta la altura final del firme.

b. Zanjas para sistema de seguridad y/o alumbrado

Mediante esta zanja se conducirá el cableado eléctrico del suministro de baja tensión al alumbrado perimetral de la planta, en estas excavaciones se podrá alojar el cableado eléctrico de alimentación en baja tensión del sistema de seguridad y vigilancia, así como el cableado de monitorización de dicho sistema de seguridad y vigilancia de la planta. Esta zanja tendrá dimensiones de 40 cm de ancho por 60 cm de profundidad.

Una vez realizada la zanja, se realzará el tendido de tres tubos de polietileno de 100 mm de diámetro. Se colocará una cinta de señalización y finalmente se rellenará con material proveniente de la excavación hasta la altura final del terreno.

Colocación de estructuras de soporte

Se habilitará y anclará al suelo la estructura de soporte, de acuerdo con las especificaciones en los planos de construcción de la plata fotovoltaica.

Estructuras de soporte de módulos.

La estructura de soporte de módulos debe resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas debidas al viento, nieve o cualquier efecto meteorológico adverso. Tanto la estructura como el sistema de sujeción de módulos permitirán las dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

Las estructuras que se instalarán cuentan con un seguidor horizontal con eje Norte – Sur, con lo que los paneles fotovoltaicos tendrán rotación con el objetivo de mejorar la captación de la radiación solar al permitir una inclinación del panel. Estarán fijadas al suelo mediante el sistema de hincado garantizando al menos 50 cm de distancia entre la superficie y el panel solar.

Instalaciones hidráulicas y sanitarias temporales

Los planos del proyecto definirán las dimensiones y trayectorias de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, se prepararán las áreas donde serán colocadas las instalaciones. Las uniones de tuberías serán selladas para evitar posibles derrames.

Obra eléctrica

Algunas de estas actividades serán desarrolladas al mismo tiempo que obras civiles por lo que estarán coordinadas de acuerdo con el cronograma de actividades. Para llevar a cabo este tipo de obras se contará con el personal especializado, equipo de trabajo, seguridad e higiene y mano de obra.

Este tipo de actividades contemplan las actividades de montaje de paneles fotovoltaicos, inversores de corriente, tableros de protección, control y medición, sistema de conducción subterránea y aérea, charolas, sistema de tierras y sistema contra incendio. Estas actividades serán desarrolladas con base en las siguientes etapas:

Instalación de tubería Conduit subterránea y accesorios.

Una vez identificadas las trayectorias a seguir, se señalarán los lugares donde se va a instalar la tubería Conduit por excavación, posteriormente se rellenará con material proveniente del sitio. El área descrita será señalada en toda su trayectoria.

Instalación de charolas y accesorios.

De acuerdo con los planos de la instalación, se señalizarán los lugares donde se instalarán y fijarán los soportes para cables. Se colocarán los accesorios para darle forma y resistencia a cada tramo instalado incluyendo las curvas correspondientes según marquen los planos. Finalmente se conectarán los sistemas de tierras.

Equipos principales

Esta fase, describe la colocación de los interruptores, cuchillas y transformadores, etc., por lo que, una vez identificada su ubicación en el área del proyecto, se señalizará y verificará la alineación respecto a la base. A continuación, se montarán los accesorios del equipo, se interconectarán los elementos internos y secciones del equipo y se conectará al sistema de tierras.

Posteriormente, se instalarán las alimentaciones eléctricas de control realizando pruebas en vacío por parte del fabricante, se conectará el cableado de potencia para realizar las pruebas de puesta en servicio definitivo y con cargas.

Instalación de los paneles fotovoltaicos

Una vez que se terminen de montar las estructuras de soporte, se procederá a la instalación de los paneles fotovoltaicos, manualmente. Esta operación no conlleva mayores dificultades, únicamente el hacer la instalación cuidadosamente para no dañar los paneles.

A la vez que se van montando los paneles, se va procediendo a su conexión hasta el final de cada fila, donde se llevarán por una zanja especialmente preparada para el cableado. Los conductores de interconexión entre módulos fotovoltaicos serán de sección no inferior a 12 AWG (4 mm2) de cobre flexible, con aislamiento de 1 500 Vcc especial para intemperie.

Inversores

El inversor es el equipo que se encarga de transformar la corriente continua producida por los paneles fotovoltaicos, en corriente alterna apta para su inyección a la subestación para su distribución. El inversor cumplirá con la normativa vigente para este tipo de instalaciones, incorporando un aislamiento galvánico que separe el circuito de corriente continua de la red donde se conectará, a fin de que los dos circuitos queden independientes y eviten las perturbaciones que se puedan dar entre ellos.

El modelo de inversor se sincroniza a la frecuencia de la red para que el sistema fotovoltaico y la red trabajen en fase y el tiempo de conexión sea el mínimo posible. El modelo de inversor estará homologado para la conexión a la red teniendo el mejor rendimiento de producción eléctrica garantizando plenamente su fiabilidad.

Conductores de potencia

Una vez que estos conductores sean localizados en los planos, se identificarán y trazarán las trayectorias a seguir, se tenderá el cable por medio de equipos especiales. Al final de la instalación se realizarán pruebas de continuidad, Megger y alto potencial.

Instalación de conductores en Baja Tensión

Se trazarán las trayectorias a seguir, señalando los lugares donde se instalará el cable para evitar que sea dañado, se colocará en la tubería correspondiente fijándolo como sea requerido. Una vez conectado se realizará prueba de continuidad y Megger.

Pararrayos

De acuerdo con los planos de instalación, se conectarán los elementos del sistema de tierras a los lugares indicados probando el funcionamiento de la red o de los elementos conectados.

Montaje de equipo electromecánico para la Central de Generación.

Comprende la colocación de los paneles; inversores de corriente; el cableado subterráneo y aéreo; charolas, los equipos de la subestación; tableros de protección, control y medición; equipos de instrumentación y control, transformador, sistema de tierras y sistema contra incendio. Para su instalación se utilizarán grúas y malacates de la capacidad requerida por cada maniobra y el peso de los elementos y equipo a colocar. También se utilizarán soldadoras para los trabajos de conexión de estructuras, pailería y soportes diversos. Algunas de estas actividades serán desarrolladas al mismo tiempo que las obras civiles por lo que estarán coordinadas de acuerdo con el cronograma de actividades. Para llevar a cabo este tipo de obras se contará con el personal especializado, equipo de trabajo, seguridad e higiene y mano de obra no especializada.

Instalación de tubería subterránea y accesorios. En las zanjas que correspondan se instalará la tubería Conduit, posteriormente se rellenará la zanja con material proveniente del sitio y se compactará.

Instalación de charolas y accesorios. De acuerdo con los planos se instalarán y fijarán charolas y/o soportes para cables. Se colocarán los accesorios para darle forma y resistencia a cada tramo instalado incluyendo las curvas correspondientes según marquen los planos, finalmente se conectarán los sistemas de tierras.

Instalación de los paneles fotovoltaicos y otros equipos. Una vez que se terminen de montar las estructuras de soporte, se procederá a la instalación manual de los paneles fotovoltaicos la cual se realiza cuidadosamente para no dañarlos.

El inversor es el equipo que se encarga de transformar la corriente continua producida por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna la cual es apta para su inyección a la red eléctrica. El inversor cumplirá con la normativa vigente para este tipo de instalaciones, incorporando un aislamiento galvánico que separe el circuito de corriente continua de la red donde se conectará, a fin de que los dos circuitos queden independientes y no afecten las perturbaciones que se puedan dar entre ellos. El inversor se sincroniza a la frecuencia de la red para que el sistema fotovoltaico y la red trabajen en fase y el tiempo de conexión sea el mínimo posible. El modelo de inversor estará homologado para la conexión a la red teniendo el mejor rendimiento de producción eléctrica garantizando plenamente su fiabilidad.

La evacuación de la energía eléctrica generada en los módulos fotovoltaicos se enviará a los centros de transformación trifásicos tipo Skid, que aumentarán la tensión del sistema de 800 kV a 34.5 kV. De estas estructuras la energía se envía a la Subestación Elevadora a través de una red de media tensión.

Instalación de conductores en Baja Tensión. Estos conductores se colocarán en la tubería correspondiente fijándolo. Una vez conectado se realizará prueba de continuidad y Megger.

Conos de alivio. Se identificarán los puntos donde se instalará este tipo de estructura verificando que correspondan a las capacidades y especificaciones necesarias para su correcto funcionamiento.

Conductores de potencia. Una vez que se trazan las trayectorias a seguir, se tenderá el cable por medio de equipos especiales. Al final de la instalación se realizarán pruebas de continuidad, Megger y alto potencial.

Subestación Elevadora. En esta subestación el voltaje de la energía eléctrica se elevará a 34.5 kV, para conectar este proyecto a la Red Nacional de Transmisión, la energía se enviará, mediante una Línea de Transmisión en Media Tensión de 34.5 kV, a la Subestación Eléctrica CSA. Dicha interconexión ya fue autorizada por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), mediante oficio CENACE/DOPS-SO-GCRNO-SSMEM/0824/2023 de fecha 6 de octubre de 2023, a través del Estudio de Impacto al Sistema correspondiente, el cual se incorpora como parte de los anexos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Regional.

La Subestación Elevadora transformará el voltaje de la energía producida, consiste en la colocación de los interruptores, cuchillas y transformadores. A continuación, se interconectarán los elementos internos y secciones del equipo y se conectará al sistema de tierras.

Áreas Verdes

Áreas verdes. Al término de la construcción, se habilitará una franja a lo largo de la periferia del proyecto con una superficie de 4 ha.

Desmantelamiento de estructuras provisionales. Al finalizar la construcción se retirarán todas las obras que servirán de apoyo en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto. Estas obras comprenden talleres, almacenes provisionales y la infraestructura sanitaria, dejando únicamente la necesaria para los trabajadores de la etapa de puesta en servicio. La infraestructura sanitaria, se irá retirando paulatinamente de acuerdo con la cantidad de personal de los trabajos de construcción. También se retirará la maquinaria conforme sea desocupada de las actividades de construcción. El propósito es que la central fotovoltaica quede libre de maquinaria, residuos e infraestructura para comenzar pruebas de funcionamiento y posteriormente operar de acuerdo con el programa propuesto.

Se inspeccionará el predio con el objetivo de asegurar que se retirarán todos los residuos generados en la preparación del sitio. En caso de encontrarse residuos, serán colectados y llevados al almacén temporal para su posterior disposición.

El área de donde se retire la infraestructura de apoyo y que no sea ocupada para instalaciones permanentes será rehabilitada: el suelo será des compactado utilizando maquinaria, posteriormente se esparcirá el suelo del despalme del terreno que se conservó y la composta que se produjo. Se espera que estas acciones favorezcan la regeneración de una cubierta vegetal.

Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica

El SAEE estará conformado por cinco contenedores de baterías Huawei modelo LUNA2000-5015-2S. Cada contenedor cuenta con 5.015 MWh de capacidad nominal y 2.5075 MW de potencia nominal. El sistema incorpora convertidores de potencia (PCS) Huawei modelo LUNA2000-213KTL-H0, de 213 kW / 213 kVA a 40°C, con salida nominal de 800 V, configuración 3W+PE. Las baterías utilizan tecnología LFP (litio-ferrofosfato), enfriamiento líquido y sistema integrado de supresión contra incendios.

La capacidad del SAEE disponible en el punto de interconexión es de 6.470 MW y 20.060 MWh. Su tiempo de operación estimado en el punto de interconexión es de 3 horas y 6 minutos. El SAEE operará con tecnología Grid Forming y contará con rampa de potencia programable, hasta un máximo de 6.470 MW/s.

. Se contempla la construcción de una línea de transmisión encargada de colectar el total de la energía producida por el proyecto y llevarla hasta la Subestación Eléctrica Costa Rica (CSA) perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La transmisión de la energía desde el centro de transformación hasta la Subestación Eléctrica CSA, se realizará a través de una línea de media tensión de 34.5 kV con una longitud aproximada de 1.762 km en su tramo aéreo y de 0.202 km en su tramo subterráneo.

El Proyecto, se construirá, operará y mantendrá durante 30 años, en una superficie de 36 ha, de las cuales 32 ha se destinarán a la central eléctrica (CE), dentro de la CE, 24.40 ha serán utilizadas para la disposición de las celdas y paneles solares, así como caminos interiores en 1.10 ha y 4| ha para la franja de amortiguamiento vegetal, 1.24 ha para caminos perimetrales e interiores

I.11.2 Etapa de operación y/o mantenimiento

La operación se realizará por un plazo de al menos 30 años y el mantenimiento a las instalaciones se dará de forma periódica durante toda la vida útil de las instalaciones. La construcción iniciará hasta que se tengan todos los permisos y autorizaciones por parte de las diversas autoridades

Se tendrá personal de vigilancia de manera permanente en las instalaciones, verificando el personal que entra, la integridad de la malla perimetral, el estado general de las instalaciones, reportando cualquier anomalía que encuentre a un supervisor.

Durante las operaciones de la central fotovoltaica se realizarán, una vez al mes, visitas oculares de supervisión para la implementación del programa de mantenimiento (eléctrico y servicios).

Aunado a ello, se llevará a cabo un sistema de monitoreo específico de la generación eléctrica, el cual permite una comunicación y control en tiempo real. El inversor almacena datos históricos de potencia producida, intensidad de trabajo y tensión; con estos datos se puede determinar la cantidad de contaminantes (CO2 equivalente) que se ha dejado de emitir a la atmósfera gracias a la instalación.

Monitorización de la instalación

Se realizará la monitorización de datos de producción de energía en las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CD a la entrada del inversor.
- Voltaje CA en la red, potencia total de salida del inversor.
- Frecuencia de salida de la corriente hacia la red eléctrica
- Factor de potencia.
- Energía total entregada por el inversor a la red.

El mantenimiento del proyecto se realizará por personas especializadas contratadas para tal fin. Se llevará a cabo un mantenimiento diario con una tabla de todos los trabajos a realizar, anotando todos los problemas existentes junto a la solución adoptada.

Limpieza de módulos

La limpieza de los paneles fotovoltaicos es una tarea relativamente sencilla, cuya periodicidad depende de la acumulación de polvo y suciedad sobre los paneles fotovoltaicos. En algunas partes del mundo esta tarea se realiza no más de dos veces al año; sin embargo, por el tipo de suelo del sitio del proyecto se estima que las limpiezas se tendrán que llevar a cabo en unos 3 o 4 ejercicios anuales.

Las operaciones de limpieza se realizan con personal de campo y elementos mecánicos auxiliares, con objeto de minimizar el consumo de agua, reduciendo el impacto asociado y optimizando el funcionamiento de la instalación fotovoltaica.

Esta actividad consiste básicamente en la limpieza de los módulos, empleando agua. Esta es una de las acciones principales a ejercer dentro del plan de mantenimiento preventivo, dado la relevancia que tiene sobre el rendimiento final de la instalación fotovoltaica, es importante garantizar que no se acumule agua sobre los paneles.

El agua empleada en las limpiezas debe tener una serie de propiedades físicas y químicas, con objeto de no disminuir el rendimiento de los paneles fotovoltaicos.

Particularmente se debe controlar la dureza del agua, así como la presión de bombeo de los elementos mecánicos auxiliares para no dañar las superficies y recubrimiento de los módulos. A continuación, se indican las propiedades de calidad de agua que se requerirá para la limpieza:

- Ósmosis del agua < 25 ppm
- pH 6 a 7.5
- Conductividad eléctrica menor de 50 MicroS cm a 20°
- Agua caliente a 50°C (no obligatorio)

El agua por utilizar se adquirirá de acuerdo con la mejor opción para la promovente y no será contaminada, y podrá ser devuelta al medio en forma de vapor.

En caso de que durante la limpieza se utilice cualquier elemento que arrastre la suciedad, como un cepillo, se recomienda que éste sólo se utilice en un primer momento para eliminar la mayor parte de suciedad, ya que podría llegar a causar micro ralladuras sobre el módulo. Se debe asegurar que los módulos se limpien por primera vez después de haber sido instalados y antes de la puesta en marcha de la planta.



Figura I. 6 Ejemplo del mantenimiento de los paneles

Inspección visual del módulo

Esta tarea tiene por objeto detectar posibles fallos, como pudiera ser una rotura del cristal, oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las celdas fotovoltaicas

Control de conexiones y cableado.

Por lo menos dos veces al año se realizará mantenimiento preventivo, comprobando el apriete y estado de los terminales de los cables de conexión de los módulos y la estanqueidad de la caja de terminales.

En caso de observarse fallos se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de las terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando, según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicón.



Figura I. 7 Ejemplo de la inspección de conexiones y cableado

I.11.3 Cierre y abandono de sitio

No existen planes para abandonar el sitio, ya que una vez construido, el parque fotovoltaico tendrá una vida útil que se estima en 30 años a partir del inicio de operación. Sin embargo, la vida útil del principal elemento generador es superior a 30 años, por lo que es posible continuar la operación por más tiempo. Esto estará en función del mantenimiento que reciban las instalaciones y de las tendencias de crecimiento la demanda de energía eléctrica.

Una vez superada la vida útil de los paneles, se tiene como alternativas:

- Alternativa principal. Sustituir los elementos principales del proyecto por unos nuevos y continuar con la operación del PFV durante un periodo de tiempo similar al original, aprovechando las infraestructuras del proyecto inicial, siempre y cuando la situación económica lo permita, de ser así se solicitaran los permisos necesarios.
- Alternativa secundaria. En caso de resultar inviable la continuidad de la operación del parque fotovoltaico, se procederá al desmantelamiento de las instalaciones, dejando el sitio en óptimas condiciones, por lo que antes de

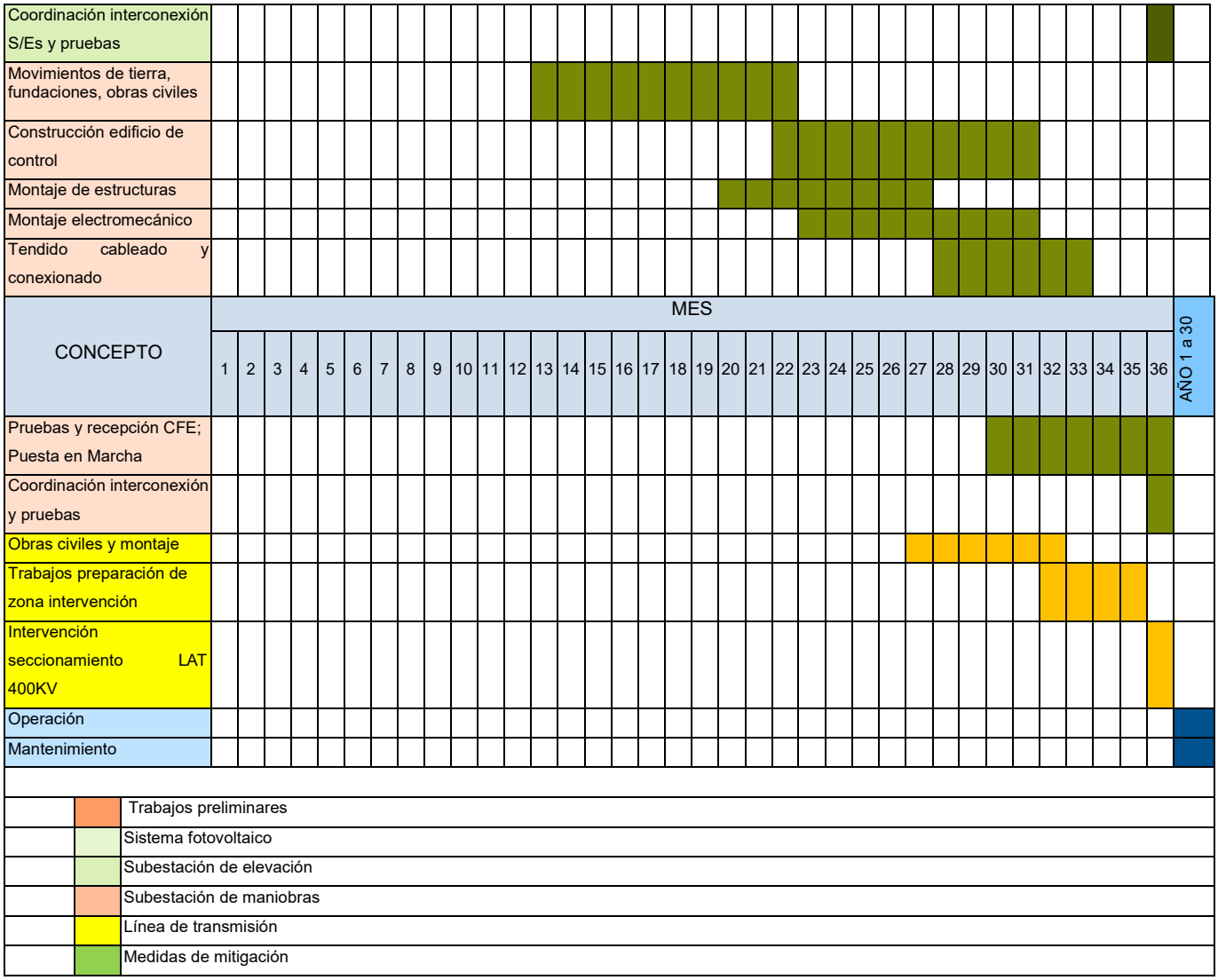
empezar la etapa de desmantelamiento, se presentará ante la autoridad un programa detallado donde se restaure el sitio a las condiciones actuales.

- En este sentido, en su momento se presentaría una propuesta de ejecución de la etapa de cierre y abandono que incluya el desmantelamiento de toda la infraestructura después de la etapa de operación, proporcionando una directriz para regresar, en la medida de lo posible, a las condiciones iniciales en las que se encontraba el sitio antes de la construcción del proyecto, es decir, regresar a un uso agrícola o de otro aprovechamiento sustentable.

I.12 Programa General de Trabajo

Tabla I. 11 Programa de trabajo del proyecto

CONCEPTO	MES																																			AÑO 1 a 30
	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	
Acciones de Ahuyentamiento de Fauna																																					
Trabajos preliminares (movilización)																																					
Trabajos preliminares (instalaciones de faena]																																					
Instalación cerca perimetral																																					
Construcción accesos																																					
Preparación del sitio (movimientos de tierra)																																					
Hincado y montaje estructura de seguidores																																					
Montaje de módulos																																					
Obras civiles																																					
Zanjas, tendido y conexionado de cables BT																																					
Zanjas, tendido y conexionado de cables MT																																					
Instalación sistema de almacenamiento																																					
Comisionamiento seguidores, paneles																																					
Comisionamiento sistema de almacenamiento																																					
Movimientos de tierra, cimentación, obras civiles																																					
Construcción edificio de control																																					
Montaje de estructuras																																					
Montaje electromecánico																																					
Tendido cableado y conexionado																																					
Pruebas																																					



I.13 Características del Proyecto

I.13.1 Consumo de energía eléctrica

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción para 36 meses del Proyecto Fotovoltaico, se estima un consumo aproximado de energía eléctrica de 3.42 GWh, derivado de la operación de oficinas temporales, iluminación de obra, herramientas eléctricas, sistemas auxiliares y campamentos.

Para la etapa de operación y mantenimiento, considerando una vida útil de 30 años y un autoconsumo promedio equivalente al 0.35 % de la energía generada por la planta, se estima un consumo acumulado aproximado de 18.08 GWh, asociado principalmente a los sistemas de generación (baterías, reguladores, transformadores, oficinas, etc.), seguidores solares, alumbrado, telecomunicaciones, bombeo y equipos auxiliares de la subestación eléctrica.

El consumo total estimado para todas las etapas del proyecto asciende aproximadamente a 21.50 GWh.

I.13.2 Consumo de agua

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto Fotovoltaico, se estima un consumo aproximado de agua de 218,218 m³, destinados principalmente al control de emisiones de polvo mediante humectación de caminos internos y superficies, compactación de materiales, servicios sanitarios temporales, limpieza de equipos y actividades generales de construcción.

Para la etapa de operación y mantenimiento, considerando una vida útil estimada de 30 años, se proyecta un consumo acumulado aproximado de 31,320 m³ de agua, asociados principalmente a la limpieza periódica de módulos fotovoltaicos, servicios sanitarios del personal operativo y actividades menores de mantenimiento.

En conjunto, el consumo total estimado de agua para todas las etapas del proyecto asciende aproximadamente a 249,538 m³ durante toda la vida útil del Proyecto Fotovoltaico PSFV Don Humberto.

El suministro de agua para las distintas etapas del proyecto será realizado mediante proveedores autorizados y/o fuentes legalmente concesionadas, evitando afectaciones a la disponibilidad hídrica regional y dando cumplimiento a la normatividad aplicable emitida por Comisión Nacional del Agua.

I.13.3 Emisiones de gases de efecto invernadero

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas al Proyecto Fotovoltaico, se generan principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, derivadas del uso de maquinaria pesada, vehículos de transporte y equipos accionados mediante combustibles fósiles.

Con base en factores de emisión del Intergovernmental Panel on Climate Change y metodologías de cálculo reconocidas por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, se estima que las actividades de preparación y construcción generarán aproximadamente 8,576 toneladas de CO_2 equivalente (t CO_2e).

Durante la etapa de operación y mantenimiento, las emisiones serán considerablemente menores, asociadas principalmente al uso de vehículos de supervisión y mantenimiento, estimándose aproximadamente 402 t CO_2e durante los 30 años de vida útil del proyecto.

En conjunto, las emisiones totales estimadas del proyecto ascienden aproximadamente a 8,978 t CO_2e.

No obstante, debido a que el proyecto generará energía eléctrica mediante una fuente renovable no fósil, se estima una reducción potencial de aproximadamente 2,169,540 t CO_2e durante su vida útil, al sustituir generación eléctrica convencional proveniente de combustibles fósiles dentro del Sistema Eléctrico Nacional, contribuyendo de manera positiva a la mitigación del cambio climático y al cumplimiento de las metas nacionales de transición energética y reducción de emisiones.

I.14 Aprovechamiento de Otros Recursos Naturales (especificar).

El Proyecto Fotovoltaico, aprovechará de manera sustentable la radiación solar como recurso natural renovable para la generación de energía eléctrica mediante tecnología fotovoltaica.

La operación del proyecto consistirá en la captación y transformación de la energía proveniente de la irradiación solar en energía eléctrica, mediante módulos fotovoltaicos e infraestructura electromecánica asociada, sin requerir procesos de combustión ni extracción de recursos no renovables para la generación energética.

Adicionalmente, durante las etapas de preparación del sitio y construcción podrán emplearse materiales pétreos, agregados y bancos de préstamo autorizados para actividades de nivelación, conformación de caminos internos y cimentaciones menores, mismos que serán adquiridos a proveedores autorizados conforme a la normatividad aplicable.

El proyecto no contempla el aprovechamiento extractivo de recursos forestales maderables, fauna silvestre, minerales, hidrocarburos ni otros recursos naturales sujetos a concesión o aprovechamiento especial.

Asimismo, el aprovechamiento de la radiación solar representa un beneficio ambiental relevante, al tratarse de una fuente de energía limpia, renovable e inagotable que contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al fortalecimiento de la transición energética nacional.

I.15 Generación de Residuos

I.15.1 Peligrosos

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto Fotovoltaico, se prevé la generación de residuos peligrosos derivados principalmente de las actividades de mantenimiento y operación de maquinaria, vehículos y equipos electromecánicos.

Los principales residuos peligrosos identificados corresponden a aceites lubricantes usados, filtros contaminados, estopas y materiales impregnados con

hidrocarburos, envases vacíos contaminados, baterías, residuos de pintura y otros materiales asociados al mantenimiento industrial.

Con base en las características del proyecto y en factores de generación típicos para obras de infraestructura fotovoltaica, se estima una generación aproximada de 10,000 litros de aceites usados y 6,174 kg de residuos sólidos peligrosos durante las etapas de preparación y construcción.

Para la etapa de operación y mantenimiento, considerando una vida útil estimada de 30 años, se proyecta una generación aproximada de 12,600 litros de aceites usados y 4,800 kg de residuos peligrosos sólidos, derivados principalmente del mantenimiento de transformadores, subestación eléctrica, vehículos operativos, sistemas auxiliares y equipos electrónicos.

Todos los residuos peligrosos serán manejados conforme a lo establecido en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y demás disposiciones aplicables en materia de residuos peligrosos, incluyendo su almacenamiento temporal en sitios acondicionados, etiquetado, control administrativo, transporte mediante empresas autorizadas y disposición final en instalaciones autorizadas.

I.15.2 Manejo especial

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto Fotovoltaico, se prevé la generación de residuos de manejo especial derivados principalmente de actividades de obra civil, instalación electromecánica, embalajes industriales y residuos de construcción.

Los residuos de manejo especial identificados incluyen sobrantes metálicos, madera, tarimas, cartón, plástico industrial, recortes de cableado, residuos de excavación, concreto residual y residuos asociados al montaje de módulos fotovoltaicos y estructuras metálicas.

Con base en las características del proyecto y factores de generación observados en proyectos fotovoltaicos de capacidad similar, se estima una generación aproximada de 2,051 toneladas de residuos de manejo especial durante las etapas de preparación y construcción.

Para la etapa de operación y mantenimiento, considerando una vida útil estimada de 30 años, se proyecta una generación aproximada de 368.1 toneladas de residuos de manejo especial, asociados principalmente al reemplazo gradual de módulos fotovoltaicos, residuos electrónicos menores, luminarias, cableado, piezas metálicas y materiales derivados del mantenimiento de infraestructura electromecánica.

Todos los residuos de manejo especial serán separados, almacenados temporalmente y canalizados para reciclaje, valorización o disposición final mediante

empresas autorizadas, conforme a la legislación ambiental aplicable y a los lineamientos establecidos por autoridades competentes en materia de manejo integral de residuos de manejo especial.

I.15.3 Sólidos Urbanos

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto Fotovoltaico, se prevé la generación de residuos sólidos urbanos derivados principalmente de las actividades del personal de obra, oficinas temporales, campamentos y áreas de servicios.

Los residuos sólidos urbanos estarán constituidos principalmente por residuos orgánicos, papel y cartón, envases plásticos, aluminio, vidrio, residuos sanitarios y otros residuos domésticos no peligrosos. Considerando un promedio estimado de 180 trabajadores durante la etapa constructiva y una tasa de generación aproximada de 1.0 kg/persona/día, se estima una generación total aproximada de 168.48 toneladas de residuos sólidos urbanos durante las etapas de preparación y construcción.

Para la etapa de operación y mantenimiento, considerando un promedio de 12 trabajadores operativos y una vida útil estimada de 30 años, se proyecta una generación aproximada de 91.8 toneladas de residuos sólidos urbanos.

En conjunto, el proyecto generará aproximadamente 260.28 toneladas de residuos sólidos urbanos durante toda su vida útil.

Los residuos serán separados, almacenados temporalmente y recolectados mediante prestadores autorizados y/o servicios municipales competentes, promoviendo en todo momento prácticas de reciclaje, reutilización y disposición final adecuada conforme a la normatividad ambiental aplicable.

I.16 Descargas de agua residual y/o de proceso

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto Fotovoltaico, se prevé la generación de aguas residuales de tipo sanitario y doméstico, derivadas principalmente de las actividades del personal de obra, oficinas temporales y servicios asociados.

Considerando un promedio estimado de 180 trabajadores durante la etapa constructiva, un consumo promedio de agua de 120 litros por persona al día y un factor de descarga del 80 %, se estima una generación aproximada de 16,174.08 m³ de aguas residuales durante las etapas de preparación y construcción.

Para la etapa de operación y mantenimiento, considerando un promedio de 12 trabajadores operativos y una vida útil estimada de 30 años, se proyecta una generación aproximada de 8,640 m³ de aguas residuales sanitarias.

En conjunto, el proyecto generará aproximadamente 24,814.08 m³ de aguas residuales durante toda su vida útil.

Las aguas residuales serán manejadas mediante sanitarios portátiles, fosas sépticas, biodigestores y/o empresas autorizadas para su recolección y disposición final, evitando descargas directas al suelo o cuerpos de agua y dando cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable emitida por Comisión Nacional del Agua y demás autoridades competentes.

I.17 Superficies Generales del Proyecto

Se pretende la construcción del Proyecto PSFV Don Humberto, se pretende ubicar en el municipio de Culiacán en el estado de Sinaloa y el cual consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de una central fotovoltaica y su red de interconexión para la generación de energía eléctrica, mediante el aprovechamiento de energía solar, que tendrá una potencia pico de 25.4 MW y una potencia nominal de 20.3 MW.

La superficie total del polígono general es de 36 ha, de las cuales solo se ocuparan 32 ha, ya que se dejara una franja de vegetación de amortiguamiento (4 ha), las 32 ha serán utilizadas para la central fotovoltaica y 2.106 ha para instalar la Línea de Transmisión Eléctrica en media tensión (LMT), que contará con una longitud total de 1.73 km (0.103 km dentro de las 32 ha de la Central y 1.627 km fuera de la Central), con un ancho de derecho de vía en su tramo aéreo de 13.5 m y que interconectará el Proyecto a la Subestación Eléctrica Costa Rica (CSA) existente. La totalidad del área del Proyecto corresponde a terrenos de uso agrícola. Para efectos de la definición de la superficie total del Proyecto, no se considera el tramo subterráneo de la LMT, el cual consta de 0.17 km y no requerirá del establecimiento de un derecho de vía.

Se pretende la instalación de 44,091 módulos fotovoltaicos de 450 Wp de potencia, agrupados sobre seguidores horizontales con seguimiento a un eje. La Central tendrá 71 inversores con capacidad de 300 kVA, logrando una potencia nominal de 20.3 MW. Se contempla la construcción de una Línea de Transmisión encargada de colectar el total de la energía producida por el Proyecto y llevarla hasta la Subestación Eléctrica Costa Rica (CSA) perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La transmisión de la energía desde el centro de transformación hasta la Subestación Eléctrica CSA, se realizará a través de una línea de media tensión (LMT) de 34.5 kV, con una longitud aproximada de 1.56 km en su tramo aéreo y de 0.17 km en su tramo subterráneo, el Proyecto se planea instalar en su totalidad sobre terrenos agrícolas.

Es preciso manifestar que el proyecto no incide con cuerpos de agua, ni con zona federal marítimo terrestre, ni con áreas naturales protegidas o ecosistemas que pudieran poner en riesgo la viabilidad biológica de las especies de flora y fauna silvestre.

Tabla I. 12 Superficie total de proyecto y por componentes

Nombre del área	Superficie
Área disponible	
Área Total Predio	36 ha
Area para el PSFV Don Humberto	32 ha



Dentro de las 32 ha se desglosan las siguientes superficies	
Área de Paneles	
Área 1	9.60 ha
Area 2	14.8 ha



Áreas de Estaciones de Interconexión	
Oficinas	618 m2
Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE)	1,370 m2



Areas Adicionales	
Caminos Internos	1.24 ha



Para la selección del sitio, se priorizaron las zonas que no intervinieran con algún Área Natural Protegida (ANP), o zonas de conservación de flora y fauna. Adicionalmente a esto, se descartaron zonas, donde fuera incompatible el desarrollo de infraestructura.

En términos generales, el sitio seleccionado hace suponer que el Proyecto, tiene grandes posibilidades de éxito, en cuanto a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de energía solar como recurso renovable, además de contar con las características necesarias para dicho fin, con un impacto ambiental poco significativo. Se tiene la certeza, que dada su ubicación, características y condiciones socio – ambientales, el sitio seleccionado para la instalación del parque solar fotovoltaico en cuestión es el idóneo, por lo que no fue necesario, considerar otra alternativa.

Con el Proyecto, se pretenden generar empleos directos e indirectos, durante todas sus etapas. Por otra parte, el proyecto pretende la generación de energía eléctrica, mediante la utilización de energías limpias, disminuyendo los costos de generación de energía eléctrica, sustituyendo combustibles caros y contaminantes como el combustóleo, por energías amigables con el medio ambiente, como la radiación solar.

Por su parte, la justificación social se fundamenta en la garantía del suministro de energía eléctrica para las generaciones futuras, mediante la aplicación de nuevas alternativas de generación de energía eléctrica, como lo es mediante los paneles fotovoltaicos. Ya que en la actualidad una de las formas de generar energía eléctrica es mediante las plantas termoeléctricas, que generan una gran cantidad de emisiones de CO_2 a la atmosfera. Por ejemplo, la planta fotovoltaica Aura Solar en Baja California Sur, presenta una generación de 82 GWh de energía limpia, y se estima que evita la emisión de más de 60,000 toneladas de CO_2 anualmente, en el supuesto de que esta generación de energía se realizará de forma convencional, mediante plantas termoeléctricas.

Por su parte, el Proyecto no generará emisiones a la atmosfera durante su operación. En este sentido, la afectación más significativa corresponde a la remoción de la capa superficial del suelo y a la compactación.



Figura I. 8 Ejemplo de un parque fotovoltaico

El Proyecto se ubica cerca de la localidad de Costa Rica, la cual pertenece al municipio de Culiacán, la zona donde se pretende desarrollar se encuentra rodeado en su totalidad por terrenos agrícolas, ya que la gente de toda esta zona se dedica a la producción de jitomate y maíz, que es el principal sustento de esta zona.

Como se mencionó, el Proyecto, consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de una central fotovoltaica, un Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE) y su infraestructura de interconexión para la generación de energía eléctrica, mediante el aprovechamiento de energía solar. que tendrá una potencia pico de 25.4 MW y una potencia nominal de 20.3 MW. El proyecto se ubicará en el municipio de Culiacán en el estado de Sinaloa, en una superficie total de 36 ha, de las cuales 32 ha serán requeridas para la central fotovoltaica y 2.106 ha para instalar la Línea de Transmisión Eléctrica en media tensión (LMT), que contará con una longitud total de 1.762 km (0.103 km dentro de las 32.09 ha de la central y 1.627 km fuera de la central), con un ancho de derecho de vía en su tramo aéreo de 13.5 m y que interconectará el Proyecto a la Subestación Eléctrica Costa Rica (CSA). La totalidad del área del Proyecto corresponde a terrenos de uso agrícola. Para efectos de la definición de la superficie total del Proyecto, no se considera el tramo subterráneo de 0.202 km de la LMT, ya que no requerirá del establecimiento de un derecho de vía.

Esta superficie será suficiente para albergar a todos los equipos y sistemas requeridos para la operación del Proyecto, el cual tendrá los siguientes componentes:

- Módulos fotovoltaicos (Longi Solar, modelo LR8-66HYD-660M)
- Seguidores horizontales (Arctech Solar, modelo SkyLine II configuración 1V)
- Inversores (Huawei, modelo SUN2000-330KTL-H1)
- SAEE
- Centros de transformación

- Subestación (SE) colectora en 34.5 kV
- Caminos interiores,
- Edificio administrativo,
- Talleres,
- Almacenes,
- Área de residuos,
- Estacionamiento,
- Cerca perimetral
- Postes de concreto de 13 m de altura y 600 kg de fuerza
- Cable ACSR-XLP, semiaislado con cubierta de polietileno

La central fotovoltaica está integrada por 38,280 módulos fotovoltaicos LONGi Solar modelo LR8-66HYD-660M, de 660 Wp cada uno, montados sobre seguidores horizontales de un eje Arctech Solar SkyLine. La potencia instalada en corriente directa es de 25.2648 MWp. La planta cuenta con 66 inversores Huawei SUN2000-330KTL-H1, de 0.330 MVA nominal y 0.300 MVA a 40°C, agrupados en tres centros de transformación de 6.6 MVA cada uno.

La potencia instalada en corriente alterna es de 21.78 MVA a 30°C. La potencia instalada neta es de 19.2 MW, equivalente a 19.8 MVA a 40°C con factor de potencia de 0.970 a plena carga.

El Proyecto contará con un SAEE integrado a la central fotovoltaica. El sistema se cargará exclusivamente con energía generada por la propia planta fotovoltaica y podrá descargar dicha energía hacia el mismo sistema colector de la central. Tanto la carga como la descarga se realizarán a través de la Subestación de la propia central, en media tensión de 34.5 kV.

El SAEE estará conformado por cinco contenedores de baterías Huawei modelo LUNA2000-5015-2S. Cada contenedor cuenta con 5.015 MWh de capacidad nominal y 2.5075 MW de potencia nominal. El sistema incorpora convertidores de potencia (PCS) Huawei modelo LUNA2000-213KTL-H0, de 213 kW / 213 kVA a 40°C, con salida nominal de 800 V, configuración 3W+PE. Las baterías utilizan tecnología LFP (litio-ferrofosfato), enfriamiento líquido y sistema integrado de supresión contra incendios.

La capacidad del SAEE disponible en el punto de interconexión es de 6.470 MW y 20.060 MWh. Su tiempo de operación estimado en el punto de interconexión es de 3 horas y 6 minutos. El SAEE operará con tecnología Grid Forming y contará con rampa de potencia programable, hasta un máximo de 6.470 MW/s.

Se contempla la construcción de una línea de transmisión encargada de colectar el total de la energía producida por el proyecto y llevarla hasta la Subestación Eléctrica Costa Rica (CSA) perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La transmisión de la energía desde el centro de transformación hasta la Subestación Eléctrica CSA, se realizará a través de una línea de media tensión de 34.5 kV con una longitud aproximada de 1.762 km en su tramo aéreo y de 0.202 km en su tramo subterráneo.

El Proyecto, se construirá, operará y mantendrá durante 30 años, en una superficie de 36 ha, de las cuales 32 ha se destinarán a la central eléctrica (CE), dentro de la CE, 24.40 ha serán utilizadas para la disposición de las celdas y paneles solares, así como caminos interiores en 1.10 ha y 4| ha para la franja de amortiguamiento vegetal, 1.24 ha para caminos perimetrales e interiores. Adicionalmente se requerirán 2.106 ha para el derecho de vía de la LMT, en su tramo aéreo.

Tabla I. 13 Características del proyecto

Características Del Proyecto	Valor
Superficie total	36 ha
Superficie disponible para la central	32 ha
Superficie de módulos fotovoltaicos	24.40 ha
Módulos fotovoltaicos	38,280
Inversores	66
Baterías	5 unidades LUNA2000-5015-2S
Características de las baterías en Punto de Interconexión	6.470 MW / 20.060 MWh Con un tiempo de operación de 3 horas y 6 minutos
Potencia pico	25.2648 MW
Potencia instalada neta	19.2 MW
Longitud de la línea de media tensión aérea	1.56 km
Longitud de la línea de media tensión subterránea	0.202 km
Número de estructuras (auto soportada por postes de concreto de 13 m de altura y 600 kg de fuerza)	23
Ancho de derecho de vía tramo aéreo	13.5 m
Voltaje de operación	34.5 kV
Tipo de cable ACSR-XLP	Cable semiaislado con cubierta de polietileno

El Proyecto requerirá la construcción de una cerca perimetral para la protección de sus componentes y evitar la entrada de fauna y personas ajenas a las instalaciones. Para conectarse al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Como ya se señaló, se contempla la construcción de una LMT, encargada de colectar el total de la energía producida por el proyecto y llevarla hasta la Subestación Eléctrica CSA perteneciente a la CFE.

Tabla 1 Infraestructura del proyecto

INFRAESTRUCTURA	
Central de generación	Está conformada por 1 subplanta conformada por 3 centros de transformación cada uno de 6,600 kVA – 8,421.60 kWp. Estos CT's se conectarán a través de MT que colectará la energía generada hacia el Edificio de Operación y Control para su monitoreo y concentración para después realizar una transición aérea - subterránea
Línea de transmisión	Una Línea de media tensión subterránea en 34.5 kV, de 0.202 Km (1C -TR-XLPE AL 3x1x750 kcmil del edificio de operación del proyecto fotovoltaico al punto de transición aéreo-subterráneo. Una línea de transmisión (LT) aislada y operada en 34.5 kV de aproximadamente 1.56 Km (1C-1C/F-ACSR Hawk 477 kcmil), de la SE de la CE a la SE CSA. Una bahía (un interruptor) un alimentador de 34.5 kV en la SE de la CE para la interconexión de la LT proveniente de la SE CSA.

El Proyecto se localiza en el municipio de Culiacán, Sinaloa. Aledaño a la carretera 15D Culiacán-Mazatlán y colinda con zonas de cultivo. Los principales asentamientos humanos son Culiacán y la Sindicatura de Costa Rica, perteneciente al Municipio de Culiacán. El arreglo de los equipos para la operación de la central generadora se basa en la siguiente lógica: en los paneles solares se genera energía de corriente continua, la cual se conduce a los inversores que la transforman en corriente alterna. Después de la conversión, la energía será enviada a los centros de transformación para posteriormente ser enviada a la SE Colectora en donde se concentrará y será enviada a la SE Costa Rica en 34.5 KV.

Para interconectar al Proyecto con el Sistema Eléctrico Nacional, se tiene previsto que la energía se conduzca de la SE Colectora a la SE CSA, mediante una Línea de Transmisión con tensión de 34.5 kV.

El Proyecto, como central de generación, tendrá una superficie de 32 ha, de las cuales, se ocuparán 24.40 ha para la disposición de los paneles solares, 4 ha para la franja de amortiguamiento vegetal, 1.24 ha para caminos perimetrales e interiores y 2.3355 ha para el derecho de vía de la LMT.

Tabla I. 14 Área del Proyecto y área destinada a infraestructura auxiliar

Área del proyecto	m^2	ha
Zona paneles norte	96,000.00	9.60
Zona paneles sur	148,000.00	14.80
Franja de amortiguamiento vegetal	40,000.00	4.00
Caminos perimetrales e internos	12,400.00	1.24
Oficinas	618.00	0.061
Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE)	1,370.00	0.137
Zonas sin infraestructura	61,612.00	6.161
Total	**360,000.00**	**36**

Tabla I. 15 Porcentaje que representa el área de paneles solares, caminos interiores y el área de la franja de amortiguamiento

Área del proyecto	ha	% de ocupación
Zona paneles norte	9.60	26.66%
Zona paneles sur	14.80	41.11%
Franja de amortiguamiento vegetal	4.00	11.11%
Caminos perimetrales e internos	1.24	3.44%
Oficinas	0.061	0.16%
Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE)	0.137	0.38
Zonas sin infraestructura	6.161	17.11%
Total	**36**	**100%**

El área consignada a la construcción de la CE destinará al menos 6 m al borde interior del perímetro del predio disponible como zona de amortiguamiento al impacto paisajístico. Esta zona de amortiguamiento estará compuesta por una brecha de camino perimetral de 4 m de ancho, y al menos 2 metros serán destinados cómo área para la conservación de vegetación natural, se aclara que la franja de amortiguamiento que se dejará no es de vegetación forestal, ni conforma vegetación forestal, es vegetación que se dejó como cercos vivos, con especies de árboles introducidos como casuarinas y la cual se destinará como franja de amortiguamiento.



Figura I. 9 Imágenes de la vegetación de borde que se dejará como franja de amortiguamiento



Figura I. 10 Imágenes de la vegetación de borde que se dejará como franja de amortiguamiento

Adicionalmente, deberán considerarse 2.106 ha de derecho de vía, para la instalación de la LMT, en su tramo aéreo, para la interconexión del Proyecto a la Subestación Eléctrica CSA, conforme lo señalado por el Centro Nacional de Control de Energía.

A continuación, se presentan algunas de las consideraciones que se toman en cuenta para la selección de la trayectoria, en cuanto a criterios ambientales, de ingeniería y socioeconómicos:

Criterios ambientales considerados para la selección de la trayectoria:

- De preferencia, localizada fuera de un área natural protegida.
- Alejada de zonas turísticas o de potencial turístico.
- Afectar lo menos posible zonas boscosas.
- Evitar en lo posible los impactos visuales.
- Evitar cruzar lagunas, ríos y zonas inundables.
- Afectar lo menos posible vegetación natural

Criterios de ingeniería:

- Menor longitud de la trayectoria de la línea.
- Evitar en lo posible el cruce con otras líneas eléctricas, vías de ferrocarril, carreteras y ríos.
- Emplear la infraestructura existente de carreteras y caminos para facilitar el acceso a los sitios de construcción.
- Construir preferentemente sobre superficies planas de baja pendiente.
- Emplear el menor número de puntos de inflexión y número de estructuras.

Criterios económicos:

- No afectar núcleos de población considerando su probable de crecimiento.
- Factibilidad y facilidad para adquirir anuencia o permiso de paso a los predios afectados.
- En lo posible, evitar cruzar por áreas de cultivo de alto valor.

Para la selección de la trayectoria, se tomó en cuenta como principal factor a la vegetación, con la finalidad de afectarla lo menos posible, en este sentido, es que la trayectoria se trazó de forma paralela a la Carretera Federal 15D Culiacán-Mazatlán y que por su propia naturaleza se trata de una zona afectada con anterioridad. Es por ello, que no se trazaron más alternativas y que presentamos esta ruta como la única que se propone para evaluación, por considerarse como la más idónea y que menos impactos ambientales podría provocar con su construcción.

De igual forma, a continuación, se muestran unas imágenes donde se parecía que la LT se pretende establecer sobre terrenos agrícolas y sobre el derecho de vía de la autopista 15D.



Figura I. 11 Esquema de cómo se pretende construir el PSFC Don Humberto

- Parque Fotovoltaico
- Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAEE)
- Línea Subterránea
- Línea de Interconexión aérea
- Subestación Costa Rica

I.18 Uso de Suelo

El área prevista para el Proyecto está destinada en su totalidad a las actividades agrícolas, estos terrenos se cultivan año con año con jitomate o maíz, las actividades agrícolas datan de hace más de 40 años, por lo que no será necesario la elaboración del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para realizar el trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).



Figura I. 12 Vista de las condiciones del área donde se pretende desarrollar el Proyecto

Como se mencionó y como se observa en la cartografía de uso de suelo y vegetación de INEGI Serie VII, el uso de suelo en la zona del Proyecto corresponde a agricultura de riego anual.



Figura I. 13 Vista de las condiciones del área donde se pretende desarrollar el Proyecto

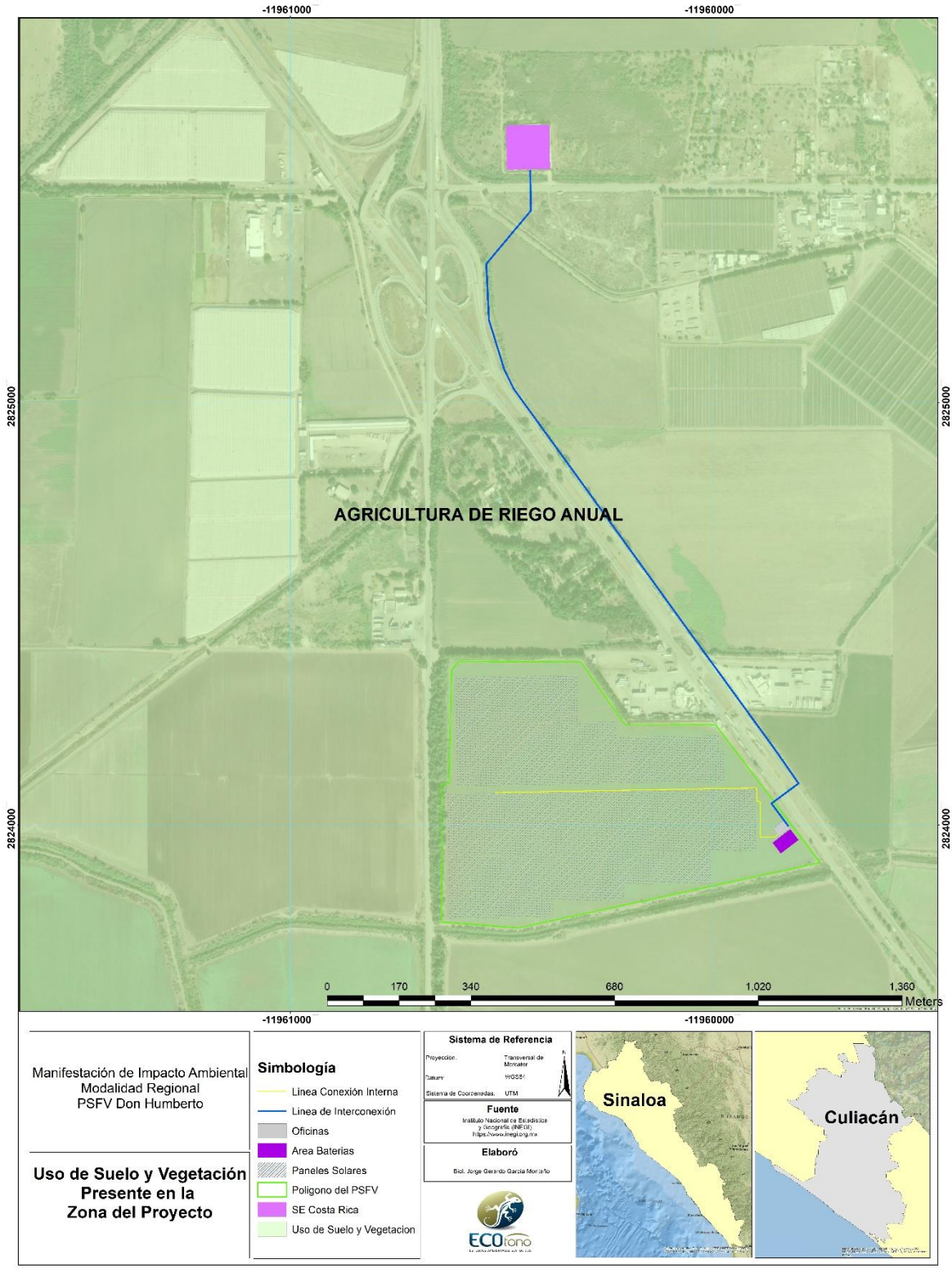


Figura I. 14 Uso de suelo y vegetación presente en la zona del proyecto

La agricultura de riego es la actividad que predomina en la zona del Proyecto y no solo ahí, sino en toda la Región Ecológica.

Es importante mencionar que el polígono donde se pretende la construcción del proyecto fotovoltaico se encuentra delimitado con caminos internos saca cosechas, por lo que la construcción de la central de generación no supondrá una barrera para la entrada de fauna de la zona. Ya que desde que desde hace muchos años se siembra jitomate y maíz en los terrenos y en estos se desplazan vehículos pesados para sacar la cosecha y no solo esos, sino todo el equipo que se utiliza para el sembrado, abonado, riego y demás mantenimiento que ocupa, ya que se sembraba de una manera más mecánica para tener mejores rendimientos en la cosecha, por lo que la zona ya ha sufrido impactos antropogénicos no solo a componentes ambientales como la flora, sino el suelo y fauna, por lo que el desarrollo del proyecto no generará decrementos en las condiciones ambientales, al contrario con las medidas de mitigación que se pretenden realizar se tendrán mejores condiciones en la zona del proyecto.



Figura I. 15 Vista de la delimitación del predio principalmente por caminos



Figura I. 16 Vista de la delimitación del predio principalmente por caminos

La línea de interconexión saldrá de estos predios para conectarse a una subestación existente, por lo que a continuación se muestran las fotografías del recorrido de la línea de interconexión hasta llegar a la subestación existente, para de ahí conectar la energía a la Red Eléctrica Nacional, como se mencionó la longitud de la línea será de 1,73 km.



Figura I. 17 Imagen donde se aprecia el esquema del Proyecto y la línea de interconexión

Como se describió, la línea de interconexión saldrá de la planta fotovoltaica que se pretende construir dentro del predio, saldrá hacia la parte de la autopista 15D y en este tramo será subterránea hasta llegar al costado de la autopista como se muestra a continuación.



Figura I. 18 Imágenes donde se aprecia el tramo subterráneo de la línea de interconexión



Figura I. 19 Imágenes que muestran el tramo subterráneo de la línea de interconexión

De ahí la línea de interconexión se llevará hacia la Subestación CSA de manera aérea, de igual forma se hace mención que ya existe infraestructura eléctrica, como son postes y Líneas de Transmisión de Media Tensión propiedad de CFE, por lo que se tendrá que colocar infraestructura propia para llevar la línea de interconexión.

La línea irá paralela a la autopista Culiacán – Mazatlán, como se observa a continuación.



Figura I. 20 Imágenes de la línea de interconexión en su tramo aéreo



Figura I. 21 Imágenes de la línea de interconexión en su tramo aéreo



Figura I. 22 Imágenes de la línea de interconexión en su tramo aéreo



Figura I. 23 Imágenes de la llegada de la línea de interconexión aérea a la SE CSA

Como se mencionó, la línea de interconexión irá paralela a la autopista ya mencionada, donde ya existe infraestructura eléctrica, por lo que no se afectará vegetación y de ahí la línea llegará a la SE Costa Rica (CSA)



Figura I. 24 Imágenes donde se observa infraestructura eléctrica a las márgenes de la carretera Mazatlán – Culiacán



Figura I. 25 Imágenes donde se observa infraestructura eléctrica a las márgenes de la carretera Mazatlán – Culiacán

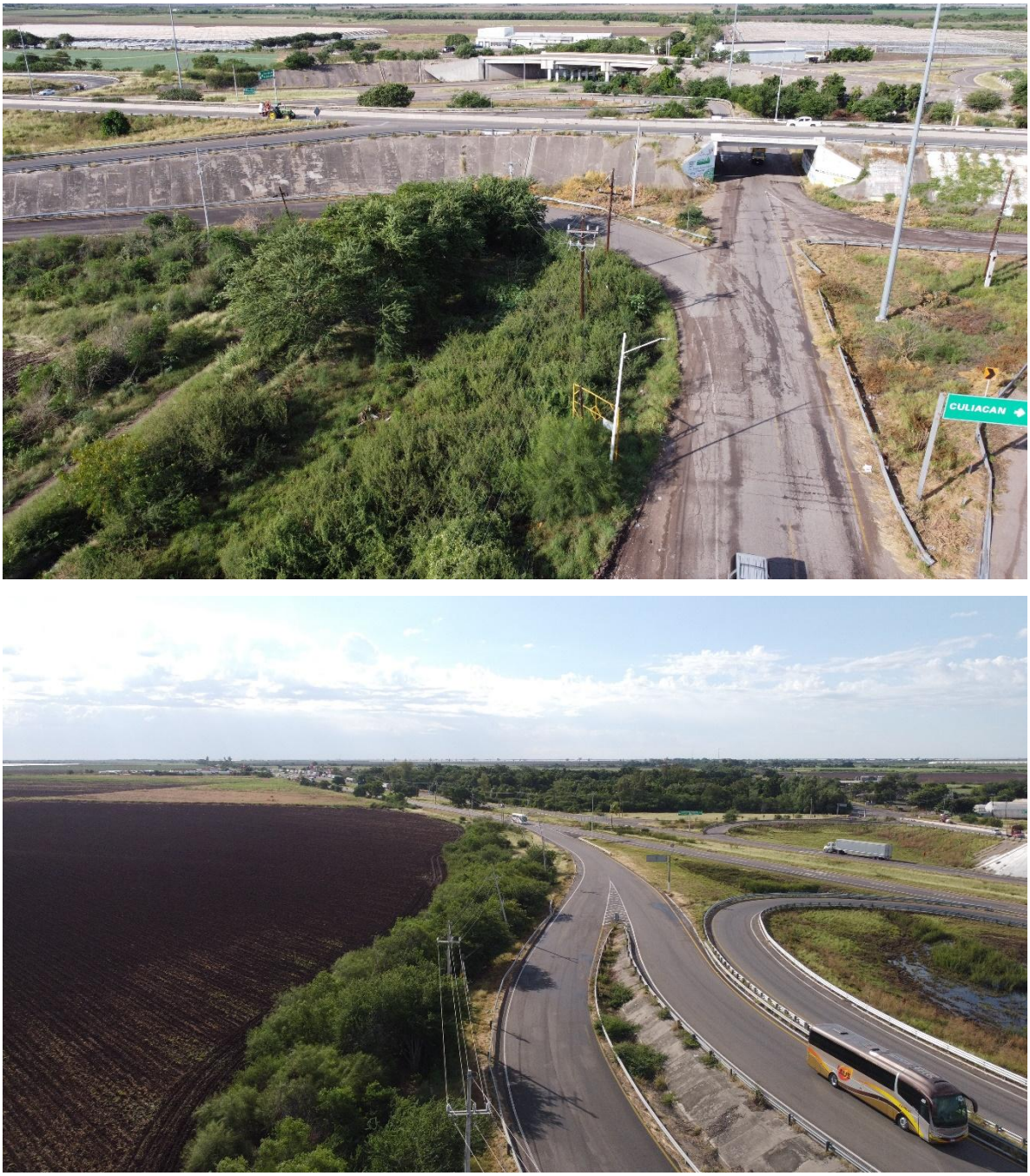


Figura I. 26 Imágenes donde se observa la existencia de infraestructura eléctrica



Figura I. 27 Imágenes donde se observa la Subestación Eléctrica CSA



Figura I. 28 Imágenes donde se observa la Subestación Eléctrica CSA

I.19 Anexos

Los anexos correspondientes al presente capítulo son los siguientes:

- Declaratoria
- Fotografías de la zona del proyecto
- Kmz. archivos shp y csv mencionados en el capítulo 1
- Cartografía UTM, Datum WGS84
- Copia de Acta constitutiva de PSFV Don Humberto
- Copia de INE representante legal

El archivo de anexos se denomina Anexos Capitulo 1.

Capítulo II

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

Julio 2026

ÍNDICE DE CONTENIDO

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO..... 4

II.1 Análisis de Convenios y Tratados Internacionales 5
II.1.1 Convención sobre los Humedales (Convención Ramsar) 6
II.1.2 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 8

II.2 Agenda 2030.....9

II.3 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 10

II.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 12
II.4.1 Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) 16

II.5 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 23

II.6 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) 25
II.6.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos..... 27

II.7 Ley General de Cambio Climático (LGCC) 28
II.7.1 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones 29

II.8 Ley General de Vida Silvestre (Artículo 60 Ter). 31

II.9 Ley de Transición Energética (LTE).....32

II.10 Programas de Ordenamiento Ecológico y Desarrollo Urbano. 33
II.10.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)..... 35
II.10.2 Plan Estatal de Desarrollo Sinaloa 2022 – 2027..... 61

II.11 Áreas de Importancia Ecológica.....64
II.11.1 Áreas Naturales Protegidas Federales. 65
II.11.2 Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y/o Privadas. 67
II.11.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). 69
II.11.4 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). 71
II.11.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 73

II.12 Normas Oficiales Mexicanas.....75

II.13 Incidencia en Localidades Indígenas.....78

II.14 Anexos 78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1 Vinculación del proyecto con la LGEEPA 12
Tabla II. 2 Vinculación del proyecto con el REIA 17
Tabla II. 3 Vinculación con la LGVDS 24
Tabla II. 4 Vinculación del proyecto con la LGPGIR 25
Tabla II. 5 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR 27
Tabla II. 6 Vinculación del proyecto con la LGCC 29
Tabla II. 7 Vinculación del proyecto con el reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del registro nacional de emisiones. 29
Tabla II. 8 Disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y vinculación con el proyecto 31
Tabla II. 9 Vinculación del proyecto con la LTE 32
Tabla II. 10 Características de la Unidad Ambiental Geofísica donde se encuentra inmerso el Proyecto. 41
Tabla II. 11 Vinculación de las estrategias sectoriales 43
Tabla II. 12 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1 Pirámide de la normatividad analizada para el proyecto 5
Figura II. 2 Sitio RAMSAR con respecto a la zona del proyecto 7
Figura II. 3 Unidad Ambiental Biofísica en la que se encuentra inmerso el Proyecto 42
Figura II. 4 Plan Estatal de Desarrollo Sinaloa 2021 – 2027 61
Figura II. 5 Ejes de Desarrollo Plan Estatal de Desarrollo Sinaloa 62
Figura II. 6 ANP cercana a la zona del Proyecto 66
Figura II. 7 ANP Estatal cercana a la zona del Proyecto 68
Figura II. 8 AICA cercana a la zona del Proyecto 70
Figura II. 9 RTP cercana a la zona del Proyecto 72
Figura II. 10 RHP cercana a la zona del Proyecto 74

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

En este capítulo se realiza un ejercicio detallado de vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y jurídicos aplicables en materia ambiental; el objetivo de ello, es analizar la forma como el proyecto se vincula con las disposiciones y lineamientos que tales ordenamientos establecen, lo que equivale a poner en evidencia la justificación jurídica de la iniciativa que se somete a la consideración de la autoridad ambiental competente.

Este ejercicio implica identificar el conjunto de instrumentos de planeación y aquellos de naturaleza jurídica, normativa y administrativa que contiene la legislación vigente, y que son jurídicamente aplicables a las obras y actividades del PSFV Don Humberto, sustentados en los planteamientos técnicos que se detallan en cada uno de los capítulos restantes de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA- R), para ofrecer a la autoridad ambiental competente, los argumentos que aseguran el cumplimiento de los objetivos de cada una de esas disposiciones.

La premisa bajo la cual se desarrolló este ejercicio se sustenta en la definición de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) que hace el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). En ella, le asigna un carácter de procedimiento a través del cual la autoridad ambiental competente dispone del fundamento para fijar condiciones a un proyecto, cuando éste pueda causar desequilibrios en el ambiente o rebasar los límites que establecen las disposiciones ambientales.

En este contexto, se asumen las recomendaciones brindadas por la guía que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) emite para la presentación de la MIA-R, la cual indica que es recomendable identificar y analizar los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el proyecto; así como identificar los instrumentos jurídicos que establecen diversas disposiciones que inciden sobre la regulación ambiental del proyecto y evidenciar cómo éste se ajusta a los alcances de tales obligaciones en su más amplia consideración.

Se entiende como instrumentos de planeación jurídicamente vinculantes, a aquellos que tienen connotaciones francamente ambientales en sus lineamientos y disposiciones, y son los que se muestran en la siguiente figura.



Figura II. 1 Pirámide de la normatividad analizada para el proyecto

Se anticipa que esta iniciativa de inversión dará cumplimiento con lo dispuesto por la legislación ambiental vigente y aplicable al caso, de manera que el proyecto asume un proceso de planificación dirigido hacia un esquema de viabilidad ambiental y de sustentabilidad.

II.1 Análisis de Convenios y Tratados Internacionales

Con relación a los tratados celebrados por México, debe entenderse cualquier "acuerdo internacional celebrado por escrito entre Estados y regido por el derecho internacional, que conste en un instrumento único o en dos o más instrumentos conexos y cualquiera que sea su denominación particular" (artículo 2, inciso a) tomado de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados de 1969); de igual forma, aquellos celebrados entre México y organizaciones internacionales. Lo anterior, siempre que se cumplan las formalidades que la propia Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece.

Como resultado de la concientización de los problemas ambientales que nos afectan como seres humanos en un mundo globalizado, se han creado diversos instrumentos jurídicos y acuerdos bilaterales, regionales y multilaterales. En estos mecanismos, México a través de la SEMARNAT es un participante activo y ha logrado influir en la agenda internacional y programas de cooperación económica, para responder de la manera más adecuada a las prioridades nacionales.

II.1.1 Convención sobre los Humedales (Convención Ramsar)

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

En este sentido el presente proyecto no se encuentra dentro de algún sitio RAMSAR, siendo el más cercano el sitio Ensenada Pabellones, perteneciente al Municipio de Culiacán y Navolato, en el estado de Sinaloa, situada a más de 12 km al suroeste del sitio del proyecto, Por lo tanto, el sitio Ramsar queda fuera de la influencia de la zona del proyecto y de cualquier efecto indirecto que pudiera tener con este sitio de importancia ecológica.

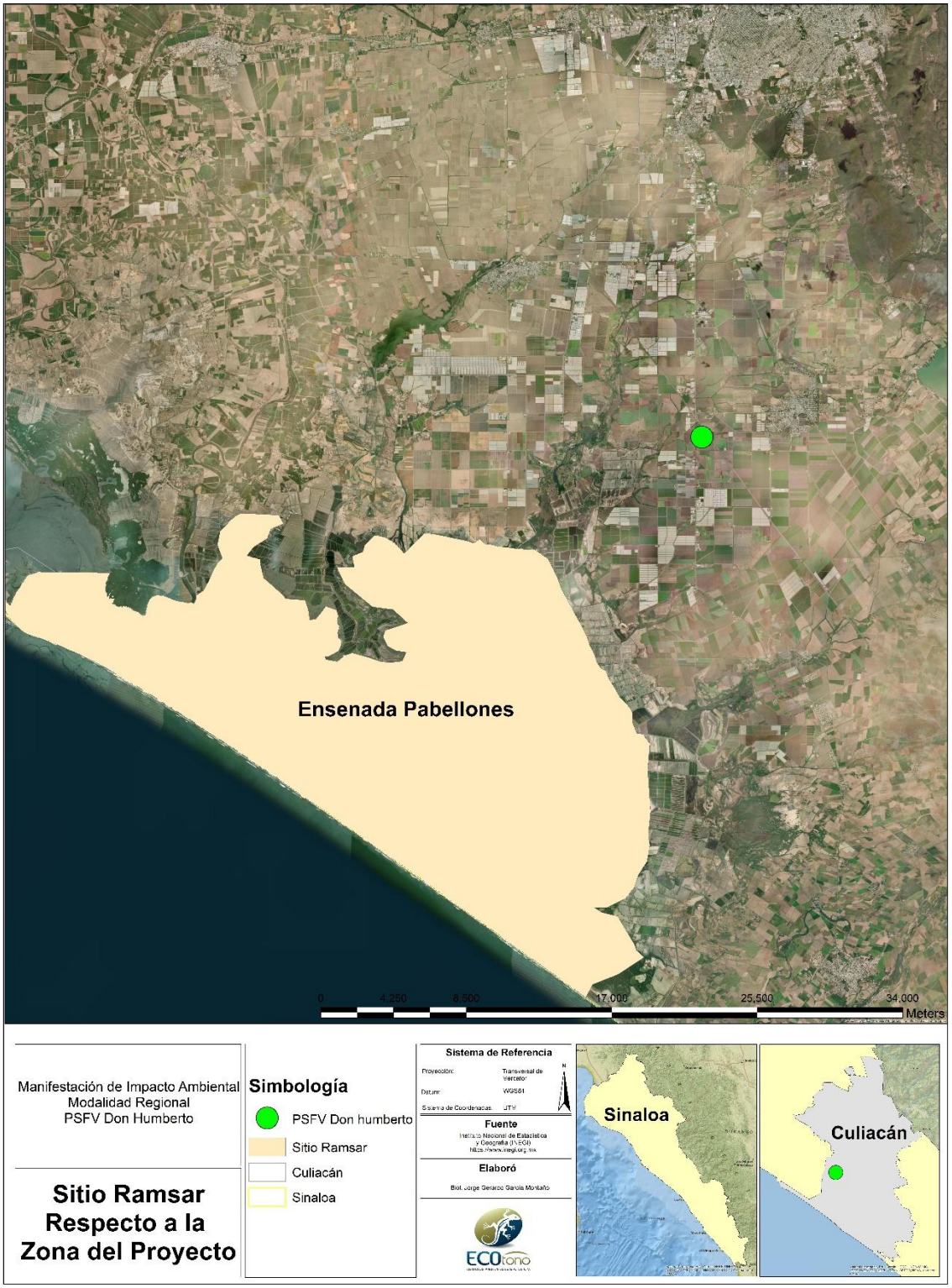


Figura II. 2 Sitio RAMSAR con respecto a la zona del proyecto

II.1.2 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Suscrita el nueve de mayo de mil novecientos noventa y dos, iniciando su vigencia el veintiuno de marzo de mil novecientos noventa y cuatro, firmada por el Gobierno de México el trece de junio de mil novecientos noventa y dos y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores el tres de diciembre de mil novecientos noventa y dos; haciendo constar en el ámbito internacional su consentimiento en adquirir las obligaciones y lineamentos de dicho instrumento. Compromisos de elaboración, actualización periódica y publicación del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, así como la formulación, instrumentación, publicación y actualización de manera regular de programas nacionales, en su caso regionales, que contengan medidas para mitigar el cambio climático encaminadas a la mitigación de emisiones en las áreas energética y forestal, así como medidas para facilitar la correcta adaptación al cambio climático.

En consecuencia, de la suscripción de instrumentos de esta naturaleza y carácter obligatorio, México deberá contribuir al saneamiento del cambio climático. Un desarrollo trascendental en materia energética es la utilización de instrumentos tecnológicos de las energías limpias o renovables que captan la energía de carácter natural, siendo parte de las medidas más eficaces para contrarrestar el efecto invernadero. Esta aseveración en atención a que el sector eléctrico convencional es causante del veintinueve por ciento de las emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial. La implementación de proyectos como el que nos ocupa tiene su origen en instrumentos como el que se cita, por ser una fuente de energía eléctrica, derivada de la captación de energía solar, sin emisión de contaminantes o generación de residuos, contrario a los métodos convencionales causantes de los factores nocivos del planeta.

Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Firmado el once de diciembre de mil novecientos noventa y siete, iniciando su vigencia el dieciséis de febrero de dos mil cinco. Posteriormente tuvo lugar la decimoctava Conferencia de las Partes sobre el Cambio Climático ratificando su segundo periodo de vigencia corriendo desde enero de dos mil trece hasta el mes de diciembre de dos mil veinte.

Este protocolo se crea con la finalidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero causantes del calentamiento del planeta, siendo un instrumento para ejecutar las acciones acordadas en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En ella se especifican como los principales causantes del efecto invernadero las emisiones de vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno y ozono.

El Protocolo en cita logró que los gobiernos establecieran leyes y políticas para cumplir sus compromisos ambientales, dotar al medio ambiente como prioridad en las decisiones de inversión del sector privado entre otros.

Derivado de la suscripción del Protocolo y las medidas adoptadas en consecuencia, México ocupa el quinto lugar a nivel mundial en desarrollo de proyectos MDL

(Mecanismo para Desarrollo Limpio) en las áreas de recuperación de metano, energías renovables, eficiencia energética, procesos industriales y manejo de desechos, entre otros. Destacando por su relevancia en el proyecto que nos atañe, a las energías renovables, siendo el aprovechamiento de la energía solar mediante plantas fotovoltaicas una energía renovable cuyo beneficio y aporte al medio ambiente es la nula emisión de contaminantes en comparación con las centrales térmicas, así como la omisión de generación de residuos como las generadas por los medios convencionales.

En este sentido, el proyecto ejecuta también lo establecido en la fracción I del artículo 2 de este Protocolo que indica la obligación de las partes para fomentar la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional que corresponda. Observando el desarrollo y aprovechamiento de nuevas formas no extractivas y renovables de energía. Encaminando la implementación de tecnologías de reciente creación y ecológicamente sustentables, como lo es el proceso fotovoltaico.

II.2 Agenda 2030

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la suscribieron y será la guía de referencia para el trabajo de la institución en pos de esta visión duradera los próximos 15 años. La Agenda 2030 es una agenda transformadora, que pone a la igualdad y dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar nuestro estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente. Es un compromiso universal adquirido tanto por países desarrollados como en vías de desarrollo, en el marco de una alianza mundial reforzada, que toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos externos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático.

En este sentido, el proyecto se alinea directamente con el objetivo 7 de esta Agenda 2030 la cual menciona “La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para los empleos, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos, el acceso a la energía para todos es esencial”.

“La energía sostenible es una oportunidad – que transforma vidas, economías y el planeta”. Bajo este contexto, el presente proyecto se trata de la construcción de un parque fotovoltaico para la generación de energía eléctrica a través de la radiación solar, por tal motivo el proyecto pertenece al grupo de energías limpias. Por otro lado, con la construcción de este parque fotovoltaico se impulsará la economía en la zona, ya que se generarán empleos para las diversas etapas con las que cuenta este proyecto, apegándose así a este objetivo marcado en la Agenda 2030.

II.3 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) es la ley fundamental a partir de la cual se establece el marco legal del país. En ella se establece la división de poderes con sus alcances, a la vez que garantiza derechos y libertades. La constitución se ha transformado a lo largo del tiempo por medio de diversas adiciones y reformas, siendo la última reforma la publicada en el Diario Oficial de la Federación del 10 de abril del 2026.

El proyecto no realiza ninguna actividad que contravenga los preceptos de este documento. El Artículo 2º se refiere a la composición pluricultural de la Nación y su sustento en los pueblos indígenas que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciarse la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas. El proyecto no afectará a las comunidades indígenas.

Entre otras disposiciones, en la fracción IX de este artículo se establece la obligación de las distintas autoridades de consultar a los pueblos indígenas en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo y de los estatales y municipales y, en su caso, incorporar las recomendaciones y propuestas que realicen. El proyecto no se relaciona con el desarrollo de los planes mencionados.

Para garantizar el cumplimiento de las obligaciones señaladas en este apartado, la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, las legislaturas de las entidades federativas y los ayuntamientos, en el ámbito de sus respectivas competencias, establecerán las partidas específicas destinadas al cumplimiento de estas obligaciones en los presupuestos de egresos que aprueben, así como las formas y procedimientos para que las comunidades participen en el ejercicio y vigilancia de las mismas.

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. Por otra parte, el Artículo 5º señala que a ninguna persona podrá impedirse que se dedique a la profesión, industria, comercio o trabajo que le acomode, siendo lícitos. El ejercicio de esta libertad sólo podrá vedarse por determinación judicial, cuando se ataquen los derechos de tercero, o por resolución gubernativa, dictada en los términos que marque la ley, cuando se ofendan los derechos de la sociedad. Nadie puede ser privado del producto de su trabajo, sino por resolución judicial.

La Ley determinará en cada Estado, cuáles son las profesiones que necesitan título para su ejercicio, las condiciones que deban llenarse para obtenerlo y las autoridades que han de expedirlo. En particular, la industria eléctrica en la CPEUM es considerada un área estratégica y de interés público, centrada en los artículos 25, 27 y 28. El Estado mexicano, a través de la CFE, mantiene la exclusividad en la planeación, control del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y transmisión/distribución, garantizando la soberanía energética y suministro a precios accesible.

Tratándose de la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, y del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como de la exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos, la Nación llevará a cabo dichas actividades en términos de lo dispuesto por los párrafos sexto y séptimo del artículo 27 de esta Constitución. En las actividades citadas la ley establecerá las normas relativas a la administración, organización, funcionamiento, procedimientos de contratación y demás actos jurídicos que celebren las empresas públicas del Estado, así como el régimen de remuneraciones de su personal, para garantizar su eficacia, eficiencia, honestidad, productividad, transparencia y rendición de cuentas, y determinará las demás actividades que podrán realizar. Asimismo, podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.

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.

La ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la actividad económica del sector social: de los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que pertenezcan mayoritaria o exclusivamente a los trabajadores y, en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios.

La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales, en los términos que establece la Constitución.

A fin de contribuir al desarrollo y bienestar de las personas, grupos, comunidades y sectores sociales y económicos, las autoridades de todos los órdenes de gobierno deberán implementar políticas públicas de simplificación administrativa y digitalización de trámites y servicios, buenas prácticas regulatorias, desarrollo y fortalecimiento de capacidades tecnológicas públicas y los demás objetivos que establezca la ley nacional en la materia.

Nadie podrá ser obligado a prestar trabajos personales sin la justa retribución y sin su pleno consentimiento, salvo el trabajo impuesto como pena por la autoridad judicial, el cual se ajustará a lo dispuesto en las fracciones I y II del artículo 123.

En cuanto a los servicios públicos, sólo podrán ser obligatorios, en los términos que establezcan las leyes respectivas, el de las armas y los jurados, así como el desempeño de los cargos concejiles y los de elección popular, directa o indirecta. Las funciones electorales y censales tendrán carácter obligatorio y gratuito, pero serán retribuidas aquéllas que se realicen profesionalmente en los términos de esta Constitución y las leyes

correspondientes. Los servicios profesionales de índole social serán obligatorios y retribuidos en los términos de la ley y con las excepciones que ésta señale.

El Estado no puede permitir que se lleve a efecto ningún contrato, pacto o convenio que tenga por objeto el menoscabo, la pérdida o el irrevocable sacrificio de la libertad de la persona por cualquier causa. Tampoco puede admitirse convenio en que la persona pacte su proscripción o destierro, o en que renuncie temporal o permanentemente a ejercer determinada profesión, industria o comercio. El contrato de trabajo sólo obligará a prestar el servicio convenido por el tiempo que fije la ley, sin poder exceder de un año en perjuicio del trabajador, y no podrá extenderse, en ningún caso, a la renuncia, pérdida o menoscabo de cualquiera de los derechos políticos o civiles.

La falta de cumplimiento de dicho contrato, por lo que respecta al trabajador, sólo obligará a éste a la correspondiente responsabilidad civil, sin que en ningún caso pueda hacerse coacción sobre su persona.

II.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Publicada en el DOF el veintiocho de enero de mil novecientos ochenta y ocho, registra su reforma más reciente el 16 de enero del 2026, la LGEEPA es reglamentaria del cuarto párrafo del artículo 4 y del artículo 25 de la CPEUM, es de observancia General y aborda los aspectos ambientales para su protección, así como la regulación del equilibrio ecológico.

La gestión ambiental del proyecto implica, entre otras consideraciones, desarrollar el análisis de cómo la iniciativa del proyecto se ajusta a las disposiciones de la LGEEPA; el análisis vinculatorio que se desarrolla en las siguientes tablas:

Tabla II. 1 Vinculación del proyecto con la LGEEPA

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
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	El proyecto consta de la construcción, operación y mantenimiento de un parque fotovoltaico cuyos detalles, componentes y alcances se detallan en el capítulo II de esta MIA-R. Por lo que se refiere a la significancia del artículo 28 de la LGEEPA, el proyecto es una infraestructura del sector eléctrico, por lo que, ajustando la iniciativa a la relevancia del precepto, se realiza esta MIA-R para solicitar a la autoridad federal competente, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) adscrita a la Secretaría de Medio

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; […]	Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la autorización de dicho proyecto en materia de impacto ambiental; con lo anterior se está cumpliendo con el alcance 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 él 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. […]	El proyecto cumple esta disposición vinculante al presentar a la consideración de la autoridad federal competente, la presente manifestación de impacto ambiental modalidad regional (MIA-R) correspondiente al proyecto y, concebida ésta como “el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría un proyecto, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo”. Ese alcance deviene de la definición que al respecto establece la fracción XXI del artículo 3 de la LGEEPA respecto a lo que debe entenderse por MIA-R. En consecuencia, el objetivo fundamental de ésta MIA-R que asegura la vinculación de esta disposición con el proyecto, es el de dar a conocer a la autoridad competente, el impacto ambiental significativo que pudiera generar el proyecto, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo y, con esa orientación y alcances se integra esta Manifestación, lo cual es una evidencia del cumplimiento de la disposición que se analiza. En tal virtud la promovente, somete a evaluación la presente MIA-R que contiene una descripción de los posibles efectos en los ecosistemas que podrían ser impactados en el Capítulo IV, teniendo en cuenta el conjunto de elementos que lo conforman y que se exponen en el Capítulo I, así como medidas de prevención, compensación y mitigación para reducir al mínimo los posibles impactos que se generen con la ejecución del proyecto lo cual se detalla en el Capítulo IV.
Artículo 35. Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de	Si bien la disposición contenida en el Artículo 35 de la LGEEPA está dirigida a indicar a la autoridad que conduce el procedimiento de EIA, en términos de los dispuesto por el primer párrafo del Artículo 28 de la misma ley, en los elementos sustantivos de su trabajo de valoración, la empresa promovente consideró trascendente evidenciar en este apartado cómo satisface el proyecto los rubros sustantivos que la autoridad deberá identificar en los capítulos correspondientes de esta MIA-R. Si bien es de subrayar que el proyecto se ajusta a las formalidades previstas en la LGEEPA

ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá: I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados; II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o III.- Negar la autorización solicitada, cuando: a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables; b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate. La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.	desde el momento mismo en que, con apego en el artículo 28 fracción II de este ordenamiento se asume sin restricciones que el objetivo medular del proyecto está basado en actividades que están sujetas a obtener la autorización previa en materia de impacto ambiental de parte de la SEMARNAT; en el mismo contexto, en el análisis que se desarrolla a lo largo de este capítulo se ofrece la evidencia de cómo el proyecto cumple con las disposiciones contenidas en los programas de desarrollo urbano, programas de ordenamiento ecológico del territorio, declaratorias de áreas naturales protegidas, normas oficiales mexicanas y demás dispositivos normativos aplicables. Demostrando a la autoridad, a través de este ejercicio de vinculación, la viabilidad para autorizar la realización del proyecto. Se han considerado todos los instrumentos y disposiciones jurídicas establecidas en el Art. 35, en los capítulos I, II, III y IV de este documento, desarrollando el análisis y los estudios necesarios para plasmarlos y describirlos en los capítulos citados. El estudio considera al conjunto de factores que componen el ambiente y no solamente aquellos que serán directamente afectados, lo cual se evidencia al constatar que el tratamiento que se le da al ambiente hace posible abordarlo en sus diferentes subsistemas (abiótico, biótico y social), ampliando a su vez, en cada uno, sus diferentes elementos constitutivos hasta llegar al conjunto de factores básicos, lo cual se detalla con la amplitud y contenido necesario en el capítulo IV de la MIA-R. Se hace hincapié que el proyecto no contraviene a lo establecido en la LGEEPA, su reglamento, normas oficiales mexicanas aplicables ni con otras disposiciones, como se demuestra en el presente capitulo, en el que se abordan de manera vinculante estos dispositivos normativos y en el ejercicio de vinculación se demuestra a la autoridad la acción de cumplimiento con la norma, además de su relación con los capítulos de la presente MIA-R en los que se aborda con mayor precisión, la forma de cumplimiento. Por otro lado, analizando el alcance de la previsión del supuesto contenido en el inciso b) de la fracción III del artículo 35 de la LGEEPA es importante destacar que para que pudiera declararse la afectación que el proyecto podría ocasionar a cualquier especie con estatus de amenazada o en peligro de extinción, sus obras y actividades

	deberían incidir de manera negativa sobre la población que constituye a la especie afectando su potencial biótico hasta niveles que comprometan su continuidad; tal alcance es analizado en el capítulo IV de esta MIA, poniendo en evidencia que esta situación no tiene ninguna salvedad que pudiera conducir a que se registra dicha situación, esto es el proyecto no incidirá de manera negativa sobre las áreas de distribución o sobre el tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional, disminuyéndolas drásticamente y poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable enfermedades o depredación, entre otros. Al respecto se destaca que, conforme a lo detallado en el capítulo IV de esta MIA-R, en ningún caso se destruirá drásticamente el hábitat, ni se efectuará ningún tipo de aprovechamiento de carácter comercial, por lo que no podrá propiciarse el surgimiento de efectos tales como la propagación de enfermedades o el incremento de flujos de depredación; todos estos rubros característicos de la situación que podría prevalecer para que se declarara a alguna especie ubicada en el AI o en el SP como especie en peligro de extinción; en este mismo sentido, no existe ninguna posibilidad que indique que la biodiversidad del AiP o del SP pudiera llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se mantuvieran operando los factores que pudieran incidir negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones, ya que ninguna de estas condiciones se identifican como atribuibles al desarrollo del proyecto. En adición, tampoco se prevé que se afecte a alguna de las especies potenciales para el AiP o en el SP ya que por afectar se entiende la introducción de alteraciones significativas en el hábitat de las poblaciones respectivas que desencadenen su abrupta o gradual e irreversible desaparición y esta situación no se identifica en ningún escenario del desarrollo del proyecto. De igual forma, de acuerdo con el análisis realizado en el capítulo III y IV de esta MIA-R, los argumentos que ponen en evidencia que la afectación a individuos de las especies potenciales que tienen estatus de protección no podrá provocar que una o más de éstas sean declaradas como amenazadas o en peligro de

	extinción o que se afecte a una de dichas especies, ya que si se considera que los vertebrados terrestres (reptiles y mamíferos) pudieran ser los grupos más susceptibles para recibir potencialmente efectos negativos del proyecto, particularmente durante su construcción, se pone en evidencia que sus poblaciones se encuentran concentradas en áreas fuera del SP, y que los individuos que ingresan a este espacio geográfico representan una fracción no significativa de tales poblaciones; consecuentemente la afectación probable que pudieran recibir dichos individuos no es significativa, en el contexto del tamaño de sus poblaciones; no obstante debe considerarse que habrán de asumirse medidas preventivas orientadas a minimizar esos efectos negativos sobre individuos de dichas especies, para reducir la intensidad del impacto potencial. Por último, relativo a la veracidad de la información que se proporciona respecto a los impactos ambientales del proyecto que se somete a consideración de la autoridad con esta MIA-R, según lo previene el inciso c) de la fracción III del Artículo 35 de la LGEEPA, además de que el responsable técnico de la MIA-R suscribe la declaración correspondiente bajo protesta de decir verdad, en la medida de lo posible, cuando no se acude a las transcripciones que soporten las metodologías, técnicas o experiencias que aborden rubros relacionados con el tema de que se trate, se ofrece copia de la publicación correspondiente, el objeto de ello es ofrecer a la autoridad la evidencia de que lo que se manifiesta en la identificación de los impactos correspondientes se ajusta a una realidad o se justifica con evidencias técnicas o científicas.

II.4.1 Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)

Publicado en el DOF el treinta de mayo del año dos mil, teniendo su última reforma el 31 de octubre del 2014. El REIA desarrolla los aspectos competenciales y los procedimientos aplicables a la tramitación y resolución de la manifestación de impacto ambiental siendo el dispositivo normativo por excelencia para la realización del presente documento.

Tabla II. 2 Vinculación del proyecto con el REIA

Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
Artículo 3 fracción IX. Esta fracción define el concepto de impacto ambiental significativo en los siguientes términos: IX. impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.	La definición del concepto se asume como un elemento vinculante con el proyecto, toda vez que cuando la LGEEPA define lo que es una manifestación de impacto ambiental (fracción XXI del artículo 3º de la LGEEPA) alude a: "un documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental significativo y potencial que generará una obra o actividad…"; en tal sentido, en el capítulo V de esta MIA-R se hace un análisis respecto a la identificación y, en su caso, la valoración de los impactos ambientales identificados, tendiente a determinar su significancia con base en los alcances que este mismo instrumento define, esto es, que los impactos identificados: Resulten de la acción del hombre, Provoquen alteraciones en los ecosistemas y en sus recursos naturales, o Provoquen alteraciones en la salud (de las personas), Obstaculicen la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, Obstaculicen la continuidad de los procesos naturales. Sobre la base de esta definición y a los alcances que semánticamente tiene cada uno de los supuestos antes listados, en el capítulo IV de esta MIA-R se analiza y se determina que el proyecto no podría ocasionar impactos significativos, aunque, en un enfoque precautorio que el propio promovente aplicó durante la evaluación, es factible aseverar que existirán impactos destacables, es decir, con una grado alto de incidencia, pero sin alcanzar los niveles de los supuestos de significancia antes relacionados, por lo que se asume de manera voluntaria su atención. Con base en el resultado antes citado, de manera complementaria y de acuerdo con la metodología de evaluación del impacto ambiental aplicada en el capítulo V, la detectabilidad de los impactos fue acotada a conceptos que permitieron reconocer los valores más altos (por encima del umbral de valor preestablecido en cuanto a su índice de incidencia y de magnitud) desarrollados en el ejercicio, pormenorizadamente en el capítulo V de esta MIAR.
Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.	El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de un parque fotovoltaico con las características y superficies ya descritas en el capítulo II. En cumplimiento

K) INDUSTRIA ELÉCTRICA: Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales; Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución; Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica.	con lo dispuesto en este artículo y atendiendo a que el proyecto forma parte de la industria eléctrica en un sentido amplio, se somete a dictamen previo la presente MIA-R para obtener su aprobación en materia de impacto ambiental, con lo cual se satisface el alcance de la presente disposición. La naturaleza del proyecto, en términos del REIA, no se encuentra definida como tal (parque fotovoltaico), no obstante, su ejecución requiere la autorización previa de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, por esa razón se estructuró e integró esta MIA-R ya que ese es el procedimiento definido por el Artículo 30 de la LGEEPA.
Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la Manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias relevantes vinculadas con la realización del proyecto. La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.	Conforme al artículo referido, el presente documento conforma la MIA-R a que se refiere el precepto en análisis, en la modalidad que el propio REIA define, por lo que su alcance queda cumplido. El contenido de esta MIA-R se obtuvo de la página WEB de la SEMARNAT la “Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional”, con la que elaboró el documento del cual forma parte este capítulo en el que se ofrece la información relativa a las circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. En su capítulo V identifica, describe y evalúa los impactos ambientales que pudiera ocasionar el proyecto, de tal suerte que en el capítulo IV se describen las medidas y los programas de medidas que la empresa compromete ejecutar para evitar, disminuir o corregir tales impactos y, en función de estas acciones, construirá escenarios que aportarán los elementos necesarios para que la autoridad evalúe la pertinencia del proyecto.
Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: Regional, o Particular.	Con el objeto de cumplir con la normatividad ambiental aplicable al proyecto, y, en lo relativo al alcance de esta disposición, el proyecto se traduce a una Manifestación de Impacto Ambiental regional (MIA-R), concebida ésta como el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generará el proyecto, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo. Ese alcance deviene de la definición que al respecto establece la fracción XXI del artículo 3 de la LGEEPA respecto a lo que debe entenderse por MIA. En consecuencia, el objetivo fundamental de ésta MIA-R que asegura la vinculación de esta disposición con el proyecto, será el de dar a conocer a la autoridad competente, el impacto ambiental

	significativo que pudiera generar el proyecto y, en esa orientación se integra la presente MIA-R.
Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: 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. Un conjunto de obras y 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. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.	La modalidad adoptada para presentar esta MIA a la consideración de la autoridad fue la modalidad regional, en virtud de que así lo tiene establecido el área administrativa competente de la SEMARNAT. El alcance de los cuatro supuestos detallados por el artículo en análisis no ofrece resultados que pudieran refrendar la definición de la modalidad adoptada; en este sentido el proyecto no se ajusta a ninguno de los tipos de proyectos detallados en la fracción primera y mucho menos se prevé que pudiera “alterar” la cuenca hidrológica dentro de la cual pretende establecerse ya que ello supondría que podría desviar, disminuir o modificar el caudal de las corrientes de agua superficiales que cursan en su interior o modificar sus parteaguas o incluso afectar la calidad de sus aguas, nada de lo cual es factible de ocurrir aun operando el proyecto, todo ello se analiza detenidamente en el capítulo V de esta MIA. Por lo que se refiere al alcance del supuesto II, resulta obvia su inaplicabilidad para el proyecto, ya que la iniciativa que se aborda en esta MIA corresponde a un parque fotovoltaico y no a un plan o a un programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que es sometido a la consideración de la Secretaría. El alcance del supuesto contenido en la fracción III primero debe explicarse considerando la redacción de este texto se refiere a que, en la MIA que se somete a la dictaminación de la autoridad se considere la inclusión de un conjunto de proyectos de obras y actividades y, en segundo término, que esa iniciativa, como todo proyecto (individual o que forme parte de un conjunto) pretende establecerse en una región ecológica determinada, en este sentido baste considerar que la regionalización ecológica del país definida por disposición de la LGEEPA en su artículo 20, fracción I, es delimitada en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, en este sentido este instrumento divide a todo su territorio en 80 regiones ecológicas, que lo cubren en su totalidad, consecuentemente no existen un espacio, por pequeños que sea, del territorio que no forme parte de una región ecológica, en tal sentido este criterio por sí mismo no es suficiente para definir la modalidad regional de la MIAS, tiene que ir íntimamente asociado a que la iniciativa que se incluye en la MIA

	considere a un conjunto de proyectos de obras y actividades. Al respecto es importante destacar que este alcance de la fracción III del artículo 11 del REIA no se refiere a que en el área donde pretenda establecerse el proyecto haya (establecidos o en proceso de establecerse) otros proyectos de la misma naturaleza ya que la disposición reglamentaria es clara y no hace esa distinción, por ello cabe transcribir el principio general del Derecho que estipula que "donde la Ley no distingue un servidor público, no tiene por qué distinguir", consecuentemente el criterio que parece aplicarse para obligar a estos proyectos a someterse a la modalidad ambiental porque pretenden establecerse en áreas con proyectos (establecidos o por establecerse) de la misma naturaleza, no puede concretarse como una disposición derivada del texto reglamentario. Por último y en lo que se refiere lo que se refiere al supuesto IV del artículo 11, como cualquier proyecto de la naturaleza que sea, éste pretende desarrollarse en un sitio en el cual interactuará con los diferentes componentes ambientales regionales y, si bien de esa interactuación se pronostica la posibilidad de que ocurran impactos ambientales, acumulativos, sinérgicos o residuales, ese alcance del pronóstico no basta para llevar la MIA a una modalidad regional, tiene que satisfacerse el complemento del texto que dispone que esos impactos (en su carácter de significativos) "pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas", en tal situación, en el capítulo IV de esta MIA se pone en evidencia que esta posibilidad no se prevé pueda ocurrir con la construcción, operación y/o mantenimiento del proyecto. No obstante, lo anterior, el promovente se allana a la disposición de la autoridad y adopta la modalidad regional en la MIA con a la intención de realizar una gestión expedita y que prevea un alcance más detallado de los efectos que pudiera ocasionar en el sistema ambiental regional.
Artículo 44. Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o	En el capítulo IV de esta MIA-R se ofrece a la autoridad la evidencia de que el análisis de los factores ambientales que constituyen el ecosistema se realiza de una manera integral, considerando a todos los elementos que lo constituyen y no únicamente los que van a ser objeto de aprovechamiento o afectación. El contenido de esta MIA-R permitirá a la autoridad dictaminar la procedencia del

afectación; La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	cumplimiento del proyecto respecto del alcance de la fracción II del artículo 44; en el capítulo IV de la presente MIA se ofrecen evidencias de indicadores que demuestran que el ecosistema en donde se pretende establecer el proyecto no reúne los atributos característicos de un ambiente conservado. Aunado a lo anterior, se ha considerado la implementación de diversas medidas de prevención, compensación y mitigación con el fin de minimizar los impactos ambientales. Asimismo, serán consideradas aquellas medidas adicionales que la autoridad ambiental imponga dentro del oficio resolutivo. Cabe destacar que el área de establecimiento del proyecto (SP), se ubica fuera de alguna área natural protegida (ANP) de carácter federal, estatal o municipal. Los preceptos contenidos en este capítulo se enfocan a definir las bases para orientar la decisión que habrá de tomar la autoridad, no obstante, es necesario que ésta encuentre los elementos suficientes para poder determinar si el proyecto se ajusta a cada uno de los alcances de la disposición que se analiza. En tal sentido, es conveniente destacar que: por lo que se refiere a los supuestos detallados en cada una de las tres fracciones del artículo en análisis, el proyecto se ajusta a sus alcances, según se demuestra a continuación: Alcances de la fracción I: en lo relativo a la consideración de los efectos de las obras y/o las actividades del proyecto, en el o en los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento y/o afectación, en el capítulo IV de la presente MIA-R se hace la identificación, valoración y el análisis de fragilidad y susceptibilidad de los sub-factores y de los factores de mayor relevancia, constitutivos de los ecosistemas sobre los cuales incidirá el proyecto y no únicamente de aquellos que como el suelo, la vegetación, la fauna y ciertos procesos ecosistémicos, podrán resultar afectados por su establecimiento; esta consideración holística derivó no sólo de la obligación que deviene de la disposición que se analiza, sino de la interrelación que sustenta a la funcionalidad de los ecosistemas y que, deriva en efectos “dominó” cuando un sub-factor del ambiente es afectado de manera irreversible y ello provoca alteraciones de diferente magnitud sobre otros subfactores interrelacionados; el análisis de las

	interacciones de los efectos se detalla en el capítulo IV, en el cual, la metodología de identificación de impactos empleada permite determinar el alcance de cada efecto para identificar impactos directos, indirectos o inducidos, lo cual requiere del conocimiento integral del conjunto de factores y sub factores de los ecosistemas en los cuales incidirá el proyecto y, por otro lado, permite prever el surgimiento de impactos no previstos por insuficiencia del proceso; en adición el esfuerzo también alcanza al establecimiento de las medidas de reducción, mitigación o compensación de esos efectos (impactos), las cuales se describen en el capítulo IV; con esto queda en evidencia la atención y cumplimiento del alcance de éste apartado del artículo 44 del REIA por parte del proyecto. Alcances de la fracción II: los recursos naturales que serán “utilizados” de forma tal que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos. En lo referente al complemento de la disposición, esto es respecto a la “capacidad de carga” del ecosistema, asumiendo de manera supletoria la definición que respecto a ese concepto establece la fracción III del artículo 3° de la Ley General de Vida Silvestre. “Artículo 3o. … III. Capacidad de carga: Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico”. Del contenido de la disposición transcrita, resulta notable destacar para efecto del proyecto que nos ocupa, se realizaron los estudios específicos para integrar la MIA-R, diagnóstico ambiental relativo a la descripción de los principales componentes del ambiente y su valoración a nivel ecosistémico asociado en criterios de fragilidad ambiental tomando como variables el tipo de cubierta vegetal, y su estado de conservación; esta relación, en el contexto del análisis de la Región Ecológica delimitada, permitió conocer cuáles son los principales procesos ecológicos que definen la integridad funcional del ecosistema presente, considerando ésta integridad funcional, bajo la siguiente definición conceptual: “Un ecosistema tiene integridad si conserva suficiente

	biodiversidad, estructuras y funciones (bióticas y abióticas), para mantener su capacidad de autoorganización y complejidad a través del tiempo". Partiendo de la anterior definición, los ecosistemas presentes en el sistema ambiental regional delimitado, para efecto de la construcción del proyecto, muestra una amplia gama de procesos antrópicos que han ocurrido, y que siguen ocurriendo, producto de la intervención humana, y que continúan modificado la estructura y funcionamiento de los mismos. Por lo tanto, y en este contexto específico, no es posible hablar o determinar sobre la integridad funcional cuando los atributos de los ecosistemas, tanto a nivel de componentes como de procesos, carecen de partes, lo cual, no significa necesariamente que no sigan funcionando o no puedan continuar. Se hace visible que el estado de presión al que están sometidos, supera, por mucho, la capacidad de carga de los mismos, al contar con elementos externos cuya ocupación territorial poco a poco gana terreno sobre las áreas naturales o bien se generan procesos que modifican los valores de conservación de los ensambles y, con ello, la propia estructura de los ecosistemas. Bajo este enfoque y conforme a la información ambiental recopilada, generada y analizada, se está en posibilidad de determinar que el SAR delimitado mantiene un estado de conservación tendiente, aún, a la naturalidad. Las actividades que se desarrollan en el área del proyecto en la condición actual son, de hecho, uno de los elementos que incide en la calidad ambiental del SAR estudiado, toda vez que una gran proporción del terreno ha sido desprovisto de su vegetación nativa, para uso agrícola y de pastoreo, lo cual representa un límite artificial en la continuidad de la vegetación. Bajo este contexto de utilización de recursos existente en el SAR, el proyecto aporta medidas de mitigación, compensación y restauración propuestas en el capítulo IV.

II.5 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Publicada en el DOF el tres de julio del año dos mil, siendo su última reforma la publicada el 16 de julio del 2025. La LGVS es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 de la CPEUM; es de orden público y de interés social, su finalidad es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre

y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Es evidente que sus disposiciones vinculan el sentido y alcance de las particularidades del proyecto, especialmente en lo relativo a los efectos que éste pudiera tener sobre las poblaciones de la vida silvestre establecidas en el espacio geográfico donde pretende desarrollarse; en tal sentido se hace el siguiente análisis vinculatorio de sus disposiciones.

Tabla II. 3 Vinculación con la LGVDS

Precepto legal	Vinculación
Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables. Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.	Se implementarán programas de protección y preservación de la vida silvestre en el área que nos ocupa; de igual forma, se establecerán programas de manejo de flora y fauna como se detalla en el Capítulo IV de la presente MIA-R.
Artículo 76. La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional; de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea parte contratante.	La identificación de los impactos potenciales que podrá generar el proyecto, en cada una de sus diversas etapas de desarrollo, pone en evidencia que el área donde serán colocados los bloques de generación y las subestaciones como tal no representan una afectación directa a las poblaciones de vertebrados voladores (aves y murciélagos), aunque no así en lo referente a la línea de transmisión, la cual podría representar un impacto negativo potencial sobre la avifauna presente, siendo que en el capítulo VI se proponen las medidas necesarias que permitan contrarrestar esta posible afectación.

II.6 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Publicada en el DOF el ocho de octubre de dos mil tres, siendo su última reforma la publicada el diecinueve de enero de 2026. La LGPGIR 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. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

La LGPGIR y su reglamento señalan diversos procedimientos administrativos, particularmente aquellos relacionados con el registro e informe anual de generadores de residuos peligrosos y de sus planes de manejo, la emisión de autorizaciones, prestación de servicios, así como aspectos relacionados con la caracterización de sitios contaminados, la evaluación del riesgo ambiental y de las propuestas de remediación y su conclusión.

Tabla II. 4 Vinculación del proyecto con la LGPGIR

Precepto legal	Vinculación
Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	La clasificación que pudiera llegar a hacerse de los residuos que pudieran generarse en el proyecto, durante su construcción o durante su operación y mantenimiento los definirá como peligrosos solo si se ajustan al alcance de esta disposición de la LGPGIR, ello para ajustar el diseño del proyecto a las disposiciones de esta Ley. En el Capítulo II del presente estudio se da mayor detalle de la clasificación de residuos y su cantidad estimada de generación.
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 generados por el proyecto se clasificarán en orgánica e inorgánicos tal y como se menciona en este artículo. Los residuos sólidos urbanos, serán separados desde su generación y enviados al relleno sanitario autorizado más cercano. Los residuos sólidos inorgánicos que no sean sujetos a reciclaje se enviarán a los sitios de disposición final autorizados por el municipio, por medio de una empresa autorizada contratada para el transporte de los residuos. Para la clasificación, manejo, almacenamiento y disposición de los residuos urbanos se cumplirá como establecido en la LGPGIR y su reglamento, así como las NOM´s y el Programa Estatal y/o Municipal correspondiente.

	Todo esto queda detallado en el capítulo IV de esta MIA, con lo cual queda en evidencia el cumplimiento de la disposición que se analiza.
Artículo 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades… VII. Residuos de la Construcción, mantenimiento y demolición en general.	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se generarán residuos de manejo especial, principalmente derivados del proceso constructivo del proyecto, por lo cual, en el capítulo IV de esta MIA se propone la implementación de un programa de manejo integral de los residuos, donde será incluido el manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
Artículo. 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	El manejo de residuos se hará conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, la NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT 1993.
Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	Dadas las medidas de seguridad que serán adoptadas por la promovente, no se prevé la existencia de derrames de hidrocarburos sobre suelo natural. Sin embargo, en caso de ocurrir, se realizará el procedimiento de limpieza establecido en el Artículo 129 del RLGPGIR. Durante la ejecución del proyecto tanto la promovente como el tercero autorizado para su manejo, realizarán el manejo de los residuos peligrosos de manera segura y ambientalmente adecuada considerando los términos previstos en la normatividad aplicable.
Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad 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	El Proyecto dispondrá de sus residuos peligrosos por medio de la contratación de empresas prestadoras de servicios para la recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos, para lo cual se deberá de contar con la total certeza de que dichas empresas cuenten con las autorizaciones respectivas por las autoridades competentes.

cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo	
Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.	La identificación, clasificación y manejo de residuos se hará conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento y las NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT-1993.
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.	La identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diferentes obras sujetas a evaluación se llevarán acorde a la normatividad aplicable y atendiendo a dicho artículo.

II.6.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Publicado en el DOF el treinta de noviembre de dos mil seis con su reforma más reciente el 31 de octubre de 2014, tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Tabla II. 5 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR

Precepto legal	Vinculación
Artículo 35. Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente: Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.	El Promovente identificará los residuos peligrosos de acuerdo con lo establecido en este artículo y en la NOM-052-SEMARNAT-2005.
Artículo 39. Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa. Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y	En caso de que se presente tal situación, el promovente considerará dicha mezcla como residuo peligroso.

ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.	
Artículo 40. La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados serán considerados como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.	En caso de contaminación de suelos con residuos peligrosos, la promovente dará manejo de dicho suelo como residuo peligroso.
Capítulo IV, Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos Artículos 82, 83 y 84, de la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.	Durante el desarrollo del proyecto, se tendrá destinada un área de almacenamiento temporal de los residuos dentro del predio conforme a las características y especificaciones establecidas por la legislación de la materia.
Artículos 85 y 86 de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos.	Para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, ésta se llevará a cabo a través de una empresa prestadora de servicios de la que se cerciorará la promovente que cuente con la autorización correspondiente para prestar los mismos.
Artículos 87 y 88 de la Sección III, Reutilización, reciclaje y co-procesamiento.	Dichas disposiciones resultan aplicables para su observancia y cumplimiento por la empresa prestadora de servicios que en su momento se contrate por el promovente del proyecto.
Artículo 90. De la Sección IV, Tratamiento de residuos peligrosos.	El tratamiento de residuos peligrosos se llevará a cabo de acuerdo con las disposiciones reglamentarias y normativas aplicables, así como los criterios que de esta ley emanen, a través de la empresa prestadora de servicios debidamente acreditada.
Artículos 91,92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99 de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos.	La empresa que preste sus servicios durante las etapas de desarrollo del proyecto deberá darle una disposición final a los residuos que se generen, en cumplimiento de las disposiciones jurídicas citadas.

II.7 Ley General de Cambio Climático (LGCC)

Publicado en el DOF el seis de junio de dos mil doce, registra su reforma más reciente el 1 de abril del 2024. Esta ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Esta Ley tiene entre sus objetivos garantizar el derecho a un ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; así como regular las emisiones de gases de efecto invernadero y establecer las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Tabla II. 6 Vinculación del proyecto con la LGCC

Precepto legal	Vinculación
Artículo 87. La Secretaría, deberá integrar el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro: I. Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro; II. Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas; III. Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas; IV. El sistema de monitoreo, reporte y verificación para garantizar la integridad, consistencia, transparencia y precisión de los reportes, y; V. La vinculación, en su caso, con otros registros federales o estatales de emisiones.	Tal como se menciona en el Capítulo II de esta MIA-R, las emisiones a la atmósfera durante la preparación del sitio y la construcción provendrán principalmente de vehículos motorizados y maquinaria, las cuales emiten gases como NOx, COx, y SOx, así como material particulado proveniente del movimiento de tierras, el cual será esporádico y temporal. En cumplimiento con este artículo, las fuentes móviles cumplirán con la verificación vehicular, en caso de aplicar y se sujetarán a los registros que indique la autoridad. Durante la operación del proyecto no se contempla la emisión de gases de efecto invernadero por parte de las instalaciones, aunque se generarán emisiones por parte de los vehículos y maquinaria a emplear durante los mantenimientos. Es importante considerar que la producción de electricidad a través de paneles solares es una alternativa más limpia y sostenible que las fuentes de energía convencionales provenientes de los combustibles fósiles actualmente en operación.
Artículo 88. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del registro.	Durante las etapas de preparación de sitio y construcción principalmente, se generarán emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero, a consecuencia del movimiento de maquinaria y equipo las cuales serán temporales y que, de ser necesario, serán reportadas ante el Instituto Nacional de Ecología y Cambo Climático (INECC).

II.7.1 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones

Este reglamento, publicado en el DOF el 28 de octubre de 2014, desarrolla las disposiciones legales en materia del Registro Nacional de Emisiones (RENE), incluyendo los establecimientos sujetos a reporte y los umbrales para el reporte.

Tabla II. 7 Vinculación del proyecto con el reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del registro nacional de emisiones.

Precepto legal	Vinculación
Artículo 2. Para los efectos del presente reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley, así como las siguientes:	Tal como se menciona en el capítulo I de la presente MIA-R, el proyecto, únicamente se generarán emisiones a la atmósfera durante las

… VI. Establecimiento Sujeto a Reporte: El conjunto de fuentes fijas y móviles con las cuales se desarrolla una actividad productiva, comercial o de servicios, cuya operación genere emisiones directas o indirectas de gases o compuestos de efecto invernadero. Las expresiones “fuentes que deberán reportar” y “fuentes sujetas a reporte” a que se refieren los artículos 87 y 88 de la Ley, se entenderán como “establecimientos sujetos a reporte”.	etapas de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de abandono y cierre. Durante la etapa de operación del proyecto y dada la naturaleza del mismo, no se generarán emisiones ya que utilizará como fuente de energía la solar para generar electricidad.
Artículo 3. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los establecimientos sujetos a reporte, los siguientes: I. Sector Energía: Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad... […]	El proyecto consiste en un parque fotovoltaico, que pertenece al sector energía y al subsector generación, por lo que de acuerdo con los artículos 3 y 4 del presente reglamento, es un establecimiento sujeto a reporte. Al ser un proyecto de generación de energía eléctrica a partir de energía solar, no se contempla la generación de emisiones contaminantes a la atmósfera.
Artículo 4. Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: Sector Energía: Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad:	
Artículo 5. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción I de la Ley, los Gases o Compuestos de Efecto Invernadero sujetos a reporte en los términos del presente Reglamento, son: • Bióxido de carbono; • Metano; • Óxido nitroso; • Carbono negro u hollín; • Clorofluorocarbonos; • Hidroclorofluorocarbonos; • Hidrofluorocarbonos; • Perfluorocarbonos; • Hexafluoruro de azufre; • Trifluoruro de nitrógeno; • Éteres halogenados; • Halocarbonos; Mezclas de los anteriores, y los Gases y Compuestos de Efecto Invernadero que el Panel Intergubernamental determine como tales y que la Secretaría dé a conocer como sujetos a reporte mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación.	De acuerdo con el capítulo II del presente estudio, las únicas emisiones que se generarán a la atmósfera son aquellas derivadas de la combustión generada en los vehículos y maquinaria, y material particulado del movimiento de tierras durante la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono. Durante la operación del proyecto no se contempla la emisión de gases de efecto invernadero, de acuerdo con el listado del presente artículo. El proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a partir de energía solar, por lo que no se contempla la generación de este tipo de emisiones durante la operación.
Artículo 6. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos	El proyecto consiste en la construcción de un parque fotovoltaico, por lo que sus emisiones serán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus emisiones directas o indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 toneladas de bióxido de carbono equivalente. La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las emisiones de cada una de las fuentes fijas y móviles identificados en dichos establecimientos sujetos a reporte.	En caso de que durante estas etapas la suma de emisiones directas o indirectas sea igual o superior a 25,000 toneladas de CO2 equivalente anual, se presentará la información correspondiente.

II.8 Ley General de Vida Silvestre (Artículo 60 Ter).

Esta Ley, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio del 2000 y cuya última reforma se publicó el 20 de mayo del 2021, tiene por objeto establecer la concurrencia de los diferentes órdenes de gobierno, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en las zonas bajo jurisdicción federal.

El artículo 1 de esta Ley establece que es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucional. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

De acuerdo con el artículo 3, se entiende por vida silvestre los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales.

En la siguiente tabla se presenta una lista con los artículos de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su vinculación con el proyecto.

Tabla II. 8 Disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y vinculación con el proyecto

Disposiciones	Implicaciones en el Uso del Territorio
Artículo 4 primer párrafo: Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	El diseño del proyecto no contempla realizar el desmonte de ninguna de las áreas donde se instalará el proyecto, actualmente con uso agrícola. Asimismo, durante la ejecución del proyecto se prevén interacciones con vida silvestre es por ello que en el capítulo IV de esta MIA, se establece la de medidas alineadas y enfocadas a prevenir la destrucción, daño o perturbación de la vida silvestre.

Artículo 4 segundo párrafo: 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.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de la vida silvestre.
Artículo 31: Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Durante la ejecución del proyecto se aplicarán las medidas para prevenir afectaciones a la fauna silvestre, las cuales están alineadas al presente criterio y se describen en el capítulo IV de esta MIA.

II.9 Ley de Transición Energética (LTE)

Publicada en el DOF el 24 de diciembre de 2015, es reglamentaria de los párrafos 6 y 8 del artículo 25 de la CPEUM, tiene por objetivo regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.

Tabla II. 9 Vinculación del proyecto con la LTE

Artículo	Disposiciones	Vinculación
Artículo 3.	Para efectos de esta Ley se considerarán las siguientes definiciones: (…) XVI. Energías Renovables: Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones	El proyecto se basa en el aprovechamiento de una energía renovable (la energía fotovoltaica emitida por el sol), la cual podrá ser transformada en energía aprovechable.

	contaminantes. Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación: (…) b) La radiación solar, en todas sus formas;	
Artículo 6	Los integrantes de la industria eléctrica en general, así como los usuarios calificados participantes del mercado eléctrico mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los contratos de interconexión legados estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las metas de energías limpias en los términos establecidos en la legislación aplicable.	El Parque Fotovoltaico pertenece al sector energético; el cual es generador de energía a partir de fuentes limpias como es la solar, tiene el compromiso del cumplimiento de las metas de energías limpias en los términos establecidos en la ley que compete. En materia ambiental, el proyecto destaca por la reducción drástica de emisiones que generan otro tipo de instalaciones generadoras de electricidad.

II.10 Programas de Ordenamiento Ecológico y Desarrollo Urbano.

La Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (Estocolmo 1972) marcó un hito a nivel global en cuanto a la necesidad de planear el uso de los recursos naturales y de regular el crecimiento de los asentamientos humanos. A partir de entonces son diversos los países que utilizan al Ordenamiento del Territorio, con diferentes denominaciones, como un instrumento para planificar y regular en sus territorios las actividades productivas, conservar sus recursos naturales y mejorar la calidad de vida de sus poblaciones.

Las primeras experiencias en nuestro país se originaron con la Ley General de Asentamientos Humanos, publicada en 1976, en ésta empezaron a considerarse los aspectos ambientales del desarrollo para la planeación de los usos del suelo del territorio. Con esta ley se establece una política ambiental de planeación de la cual se derivan los llamados “Ecoplanes” y los “Planes de Desarrollo Ecológico de Asentamientos Humanos”; estos comprendían, entre otras partes esenciales la descripción del medio físico y biótico, su diagnóstico, la ubicación espacial de los problemas ambientales y las recomendaciones para su atención.

En 1982 la Ley Federal de Protección al Ambiente incluye por primera vez el concepto de Ordenamiento Ecológico como instrumento básico de la planeación ambiental, y en la Ley de Planeación de 1983, el gobierno federal continúa con su labor de planificación ambiental instrumentando proyectos de Ordenamiento Ecológico del territorio en zonas y áreas prioritarias para el desarrollo nacional. Con la Ley de Protección al Ambiente, el Ordenamiento Ecológico no incorporaba la participación social y la falta de reglamentación dificultaba su aplicación.

Con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) de 1988, se fortalece el concepto de Ordenamiento Ecológico lo que permite el establecimiento de un marco básico de gestión integral del territorio y sus recursos, siendo una herramienta estratégica para la convergencia eficaz entre estado y sociedad.

Bajo este planteamiento se elaboraron diversos estudios de Ordenamiento Ecológico guiados por el Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, publicado en 1988. El impulso a la participación social, que a partir de entonces es una de las partes fundamentales de la gestión de este instrumento posibilitó que en 1994 se contara con los primeros ordenamientos ecológicos. Adicionalmente, la difusión de experiencias exitosas a través de publicaciones y un Congreso Nacional (1999), motivaron a los gobiernos estatales a que, paulatinamente, el Ordenamiento Ecológico se fuera incorporando en su legislación.

En 1996 con las modificaciones a la LGEEPA, el Ordenamiento Ecológico adquirió su forma actual, y en su metodología se incorporaron conceptos de la teoría de sistemas para realizar los análisis relativos a las tendencias de deterioro, la aptitud territorial y las potencialidades de aprovechamiento de los recursos naturales, apoyándose además en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Con la publicación del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (DOF del 8 de agosto de 2003) se definen con mayor claridad los objetivos y alcances, se fortalece la coordinación sectorial a través de acuerdos de voluntades, el proceso de Ordenamiento Ecológico se institucionaliza mediante la constitución de un comité de seguimiento representativo y plural y se transparenta a través de un registro electrónico denominado: Bitácora Ambiental, que permite dar cuenta de su avance.

Respecto a este instrumento la LGEEPA dispone cuatro distintos tipos de Programas: el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales (POER's), los Programas de Ordenamiento Ecológico Locales (POEL's) y los Programas de Ordenamiento Ecológico Marinos.

Del análisis anterior, queda en evidencia que, dependiendo de la naturaleza, características y fundamento de cada uno de los cuatro diferentes tipos de programas de ordenamiento ecológico antes señalados, algunos de ellos regulan el uso de suelo y las actividades productivas, en tanto que otros inducen a la regulación del uso del suelo y de las actividades productivas a través de lineamientos y estrategias orientadas a la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

La relación de estos programas, en materia del cumplimiento ambiental de sus disposiciones, con las iniciativas de obras y actividades, por parte de los gobernados se sustenta en la aplicación del derecho vigente, es decir, en la observancia de los

instrumentos vigentes, entendiéndose por éstos a los instrumentos que se encuentran en vigor dentro de un ámbito territorial determinado y que el estado considera obligatorios. Basado en lo anterior se hace el siguiente análisis de la procedencia de considerar la aplicabilidad de los programas de ordenamiento jurídicamente vigentes y cuyo alcance incide sobre el espacio territorial que ocupará el parque fotovoltaico y su área de influencia del proyecto.

II.10.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal (APF) y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.

En cumplimiento con lo establecido en el decreto que reforma el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Ordenamiento Ecológico, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de septiembre de 2010, el 15 de diciembre del mismo año, se firmó el Acta de Instalación del Grupo de Trabajo Intersecretarial y se aprobaron sus Reglas de Funcionamiento.

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

La planeación ambiental en México se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). Se lleva a cabo a través de programas en diferentes niveles de aplicación y con diferentes alcances, así tenemos: el General, los Marinos, los Regionales y los Locales. La formulación, aplicación y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y de los Marinos, es facultad de la Federación, la cual se ejerce a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, específicamente, a través de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, en coordinación con la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología.

El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la APF; orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la APF, a quienes está dirigido este Programa, que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

Espacialmente, el POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; administrativamente, facilita la toma de decisiones de los actores de la APF, al orientar la planeación y la ejecución de las políticas públicas; y social y económicamente, invita a establecer una relación de equilibrio entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad, buscando el desarrollo sustentable.

Cabe mencionar que el POEGT reconoce a las islas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción como parte integral del territorio mexicano. En este sentido, las Islas Marías y Revillagigedo fueron analizadas como unidades ambientales biofísicas independientes. El resto de las Islas se consideraron como parte de otras unidades ambientales, tales como la Isla Cozumel, Isla Tiburón, entre otras.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de

ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

1. Regionalización Ecológica

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. 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, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Cabe señalar que, aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; dichas Unidades difieren en el proceso de construcción, toda vez que las UGA se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UAB, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas Unidades y, por ende, a las regiones ecologías de las que formen parte.

Las áreas de atención prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. El resultado del análisis de estos aspectos permitió aportar la información útil para generar un consenso en la forma como deben guiarse los sectores, de tal manera que se transite hacia el desarrollo sustentable. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado, el nivel 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.

Conforme a lo dispuesto en el artículo 24 del ROE, las áreas de aptitud sectorial se identificaron de manera integral en el territorio sujeto a ordenamiento, 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 APF. Así, tal como se aprecia en las Fichas Técnicas del Anexo 2 del presente documento, en cada una de las UAB se identificaron las aptitudes de los sectores presentes, así como aquellos que presentaban valores de aptitud más altos, tomando en consideración las políticas ambientales y la sinergia o conflicto que cada sector presenta con respecto a los otros sectores con los que interactúan en la misma UAB.

En función de lo anterior, 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 respetivas competencias.

Lo anterior sólo es posible mediante la participación y colaboración de los distintos sectores involucrados en la ejecución de este programa, y mediante una visión integral y sinérgica de su actuación en el territorio, independientemente de la obligación que en términos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento, tienen de observar este Programa en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública. Además, los sectores reconocen bajo este esquema, la necesidad de trabajar conjuntamente organizados hacia tal fin en el Grupo de Trabajo Intersecretarial (GTI).

El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada UAB, puede clasificar a los sectores como Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados. Los Rectores, son aquellos que tienen un papel esencial en el devenir del desarrollo sustentable de una UAB, reconocen la necesidad de ir a la cabeza en la construcción de los acuerdos que se tomarán en el seno del Grupo de Trabajo Intersecretarial, para el cumplimiento de los lineamientos ecológicos correspondientes. Los Coadyuvantes tendrán un papel de colaboradores con los cuales se generará la sinergia necesaria para mantener los acuerdos que se generen con la iniciativa de los Rectores. Los Asociados, por su parte, se definen como los sectores comprometidos a participar con los demás sectores presentes en la UAB, desarrollando actividades cada vez más sustentables y alineadas con los lineamientos ecológicos. Por último, los interesados, se caracterizan por su interés en desarrollar sus programas en la UAB, lo cual refrenda su compromiso por participar en las acciones que se desarrollen en este sentido en el seno del GTI.

Así, al margen de la obligación de las dependencias y entidades de observar el programa de ordenamiento ecológico general del territorio en sus programas operativos anuales, proyectos de presupuesto de egresos y programas de obras públicas, los miembros del GTI han acordado que las clasificaciones de Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados definen el grado de iniciativa que tendrán ante los demás en el seno de dicho grupo, para promover iniciativas que lleven hacia el desarrollo sustentable

en cada una de las UAB, e impulsar el cumplimiento óptimo de los lineamientos ecológicos, dentro del marco de sus atribuciones.

Cabe señalar que los promotores del desarrollo en términos de este Programa no tendrán prerrogativa alguna para llevar a cabo sus actividades en la UAB o región de que se trate. Aquellas dependencias y entidades de la APF que no estén consideradas como promotores del desarrollo, podrán realizar sus actividades en las unidades que corresponda, en la medida en que las mismas se ajusten a lo que dispone este Programa en su ámbito de aplicación, y observen lo establecido en otros instrumentos de planeación vigentes y la normatividad aplicable a dichas actividades.

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.

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 realizó una síntesis que dio como resultado las 80 regiones ecológicas, que finalmente se emplearon en la propuesta del POEGT.

De esta manera el POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la APF que permite generar sinergias y proporcionar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

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, de esta manera se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en Unidades Ambientales Biofísicas (UAB). A su vez a cada una de las UAB se le asignaron lineamientos, políticas y estrategias ecológicas específicas con el objetivo de orientar en la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.

Los lineamientos ecológicos se instrumentan a través de directrices generales que, en lo ambiental, social y económico, se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional; a continuación, se enlistan los lineamientos aplicables al proyecto:

- Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
- Preservar la flora y fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
- Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
- Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
- Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
- Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del POEGT.

Las áreas de atención prioritaria de un territorio son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar conflictos ambientales, o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. El análisis de estos aspectos aportó información útil para generar un consenso en la forma de cómo deben guiarse los sectores, de tal manera que se transite hacia el desarrollo sustentable; para ello se establecieron cinco niveles de prioridad: Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja.

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable, su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal, social y privado, actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales se obtuvieron y definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada Unidad Ambiental Biofísica.

Con base en 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 como resultado las 80 regiones ecológicas que finalmente se emplearon en la propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

De acuerdo con la regionalización del POEGT, El Proyecto se encuentra en la Región Ecológica 18.6, específicamente en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 32, denominada “Llanuras Costeras y Deltas De Sinaloa” En la tabla siguiente y figura se presentan las características de la UAB en comento.

Tabla II. 10 Características de la Unidad Ambiental Geofísica donde se encuentra inmerso el Proyecto.

RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	POLÍTICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	ESTRATEGIAS SECTORIALES
Preservación de Flora y Fauna	Turismo	Agricultura - Minería - Poblacional	CFE SCT Pueblos Indígenas	Restauración y aprovechamiento sustentable	Muy Alta	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41

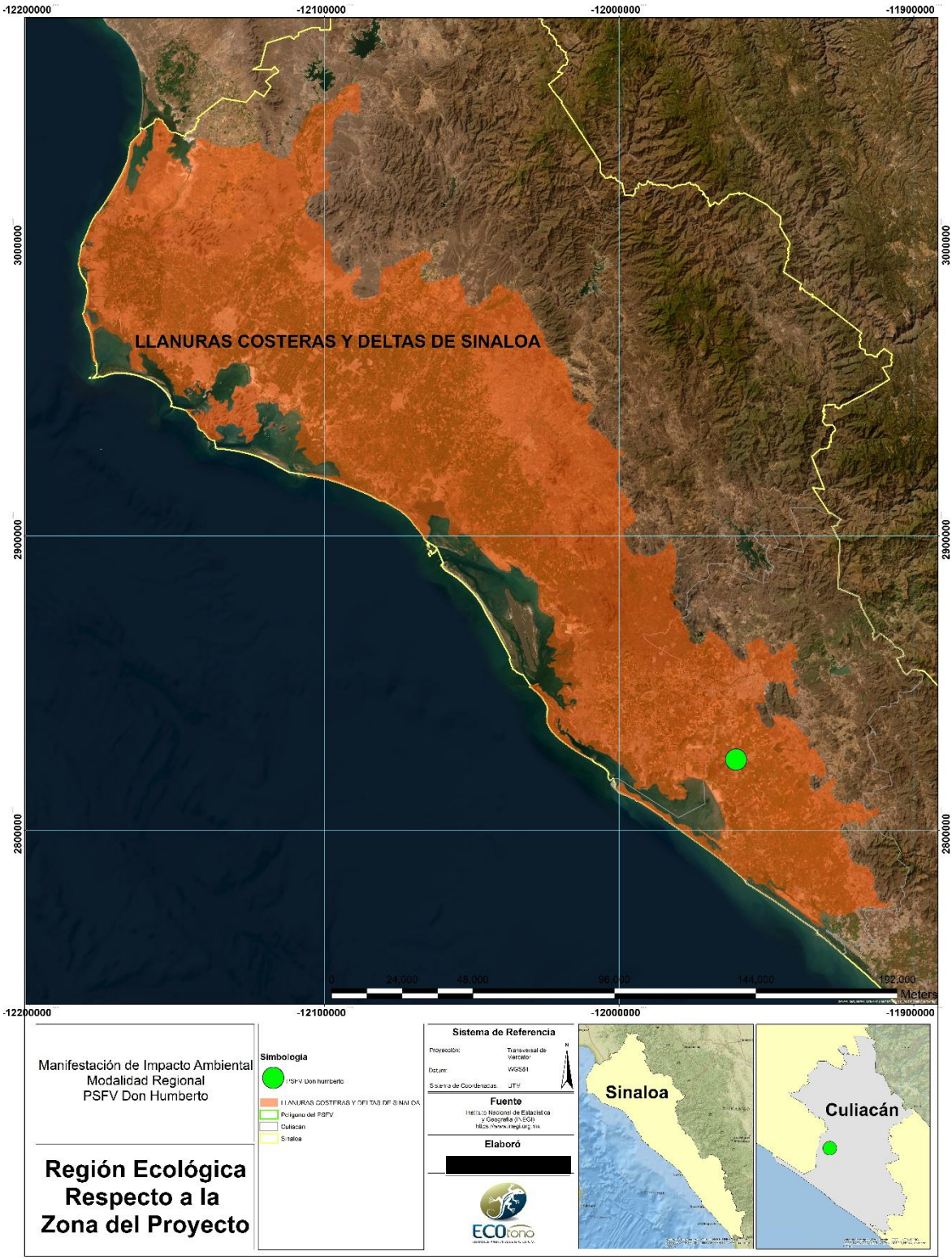


Figura II. 3 Unidad Ambiental Biofísica en la que se encuentra inmerso el Proyecto

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias sectoriales correspondientes:

Tabla II. 11 Vinculación de las estrategias sectoriales

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
Estrategias dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio			
Dirigidas a la preservación	Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.	Operar el Fondo para el Fomento al Uso Sustentable de la Biodiversidad mediante proyectos de reproducción, repoblación, translocación y reintroducción de especies silvestres, así como el desarrollo de sus respectivos mercados.	No aplica, ya que se trata de un proyecto para la construcción de una planta fotovoltaica, no obstante, éste pretende ejecutar múltiples programas, obras y/o actividades como medida de prevención, compensación, minimización y/o mitigación de los efectos adversos que ocasione la realización del mismo, entre ellos destaca la ejecución de un Programa de Reforestación, los cuales serán ejecutados únicamente por personal especializado o expertos en la materia, auxiliados por personal de campo.
		Fomentar el uso legal de los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios derivados de su uso.	
		Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.	
		Realizar una evaluación, tanto en el aspecto agrícola como en el alimentario, de las bondades y riesgos derivados de la liberación, consumo o utilización de productos transgénicos y organismos modificados genéticamente, tanto para el ambiente como para la salud humana.	
		Establecer un programa nacional de biotecnología que mida el valor económico de los recursos genéticos nativos, fomente y oriente la investigación en ingeniería genética relacionada con especies nativas, establezca criterios, salvaguardas e indicadores de seguridad, y tenga también como propósito revalorar y reanimar el saber popular en tono al uso selectivo de la biodiversidad.	
		Impulsar el conocimiento y la regulación del acceso a los recursos genéticos y sus usos, así como fomentar la expedición de patentes o registros asociados con la denominación de origen, la propiedad intelectual o secreto industrial, según convenga, de los recursos genéticos derivados de la domesticación, selección o manipulación tradicional hecha por grupos mexicanos (indígenas, campesinos u otros).	
	Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	Adoptar prácticas y tecnologías en materia de uso de suelo que sean acordes a las características agroecológicas y socioeconómicas	El Proyecto presenta este Estudio de Manifestación de Impacto Ambiental, con el fin de contar con la evaluación y autorización de la

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		de la región que permitan la conservación, mejoramiento y recuperación de su capacidad productiva y el uso eficiente de los recursos para maximizar su productividad.	autoridad correspondiente, en el cual se señalan las características técnicas del proyecto, el estado actual de la zona y las medidas de mitigación, para la conservación del medio amiente y desarrollo social de la región.
		Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación de suelos.	El Proyecto contará con un programa de conservación de suelos como medida de mitigación.
		Apoyar la realización de obras de conservación de suelos y agua a través de buenas prácticas agrícolas para regiones y cultivos, prácticas de mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, así como el desarrollo de manuales para estos temas. Lo anterior, con un enfoque integral y preventivo, que permita a los productores rurales desarrollar sus actividades productivas con mayor certeza y de forma armónica con su entorno.	
		Apoyar el desarrollo de proyectos ganaderos sustentables, que minimicen el impacto ambiental de la ganadería, que aprovechen las excretas en la obtención de biocombustibles para reducir la liberación de gases de efecto invernadero y que apoyen la recuperación o mejoramiento de la cobertura vegetal.	No se pretende ningún tipo de actividad agropecuaria, sino la construcción de planta fotovoltaica con diferentes medidas de mitigación y compensación.
		Proteger los agostaderos con apoyo del componente Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN) del Programa de Usos Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria.	
		Identificar proyectos prioritarios de tecnificación de riego, dando prioridad a las regiones con menor disponibilidad de agua, con el fin de contribuir a un uso más eficiente y sustentable del recurso, elevar la productividad por volumen de agua utilizado, e incrementar la rentabilidad de las actividades agrícolas en beneficio de los productores.	
		Impulsar la reconversión productiva y tecnológica, fomentando el establecimiento de cultivos con menores requerimientos hídricos y mayor presencia en el mercado, así como la modernización integral de sistemas de riego, desde la fuente de abastecimiento, la conducción del agua a las parcelas y su aplicación a los cultivos.	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		Promover estudios para identificar áreas de oportunidad para inducir la realización de pequeñas y medianas obras para el manejo y conservación de suelo, agua y biodiversidad.	El Proyecto, contempla, además, llevar a cabo un Programa de Reforestación en el cual se desarrollen diversas obras de conservación de suelos.
		Apoyo del Programa de Activos Productivos para la ganadería diversificada.	No aplica, ya que se trata de un proyecto para la construcción de una planta fotovoltaica
	Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	Incrementar la productividad de agua en distritos de riego.	No aplica, ya que se trata de un proyecto para la construcción de una planta fotovoltaica, no obstante, este proyecto no modificará los flujos hídricos y ciclos hidrológicos presentes en la región. Aunado a ello, el proyecto pretende llevar a cabo un Programa de Reforestación en el cual se desarrollen diversas obras de conservación de suelos
		Rehabilitar y modernizar distritos y unidades de riego y temporal tecnificado.	
		Promover el uso de agua residual tratada en los distritos de riego.	
		Involucrar a las Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego y a los Comités técnicos de Aguas Subterráneas en el impulso del ahorro de volúmenes y tecnificación del riego.	
		Potenciar los recursos destinados a la modernización y tecnificación de la infraestructura hidroagrícola.	
	Estrategia 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento forestal sustentable en zonas rurales y/o de población indígena.	El Proyecto presenta este Estudio de Manifestación de Impacto Ambiental, con el fin de contar con la evaluación y autorización de la autoridad correspondiente, en el cual se señalan las características técnicas del proyecto, el estado actual de la zona y las medidas de mitigación, para la conservación del medio ambiente y desarrollo social de la región.
		Mantener actualizada la zonificación forestal.	
		Fomentar el aprovechamiento forestal certificado.	
		Instrumentar los Consejos Regionales Forestales en las Unidades de Manejo Forestal (UMAFORS).	
		Incrementar la cobertura del diagnóstico fitosanitario en ecosistemas forestales.	
		Impulsar las Promotoras de Desarrollo Forestal.	
		Incrementar la superficie sujeta a manejo forestal para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales maderables y no maderables.	
	Estrategia 8. Valoración de los servicios ambientales.	Realizar estudios y análisis económicos en torno al impacto de la pérdida o disminución de elementos de la biodiversidad; particularmente y prioritariamente, de aquellos que presten servicios ambientales directamente relacionados con la restauración y conservación de suelo fértil, y de regulación y mantenimiento de los ciclos hidrológicos.	El Proyecto deberá contar con las autorizaciones correspondientes en materia de impacto ambiental, en los cuales deberá demostrar que no se compromete la biodiversidad o el medio ambiente.
		Identificar el potencial y la distribución de la prestación de servicios ambientales, así como a los usuarios y proveedores.	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		Valorar los costos de la pérdida de bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución de proyectos de desarrollo.	
		Ampliar la atención institucional en el otorgamiento de estímulos fiscales o cualquier otro tipo de instrumento económico, dirigido a promover mayor participación de distintos sectores en estudios ambientales, uso sostenible, protección y conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales.	
		Impulsar el desarrollo de mercados locales de pago por servicios ambientales.	
		Fortalecer el cobro de derechos de goce y disfrute de las ANP.	
		Ampliar la superficie de los ecosistemas forestales incorporada al Programa de Pago por Servicios Ambientales.	
		Desarrollar mercados y cadenas productivas para productos y derivados de especies silvestres y recursos naturales aprovechados de manera sustentable.	
		Desalentar el comercio de productos derivados del aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad.	
		Fortalecer el Sistema de Auditorías Técnicas Preventivas de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).	
		Crear el Sistema Nacional de Certificación Forestal y de la Cadena de Custodia en la CONAFOR	
		Fomentar el turismo de naturaleza en las ANP.	El Proyecto no se encuentra dentro de ninguna ANP.
C. Dirigidas a la protección de los recursos naturales.	Estrategia 12. Protección de los ecosistemas.	Conservar los suelos mediante el fortalecimiento de instrumentos para su protección, programas de manejo sustentable de tierras y fortalecimiento de criterios ambientales en los programas agropecuarios y forestales mediante acciones transversales con la SAGARPA.	El Proyecto pretende la construcción de una planta fotovoltaica, donde no se afectará vegetación forestal.
		Realizar estudios para la conservación y mejoramiento de pastizales y agostaderos, a fin de impulsar la explotación racional de las tierras dedicadas a la ganadería.	
		Ejecutar proyectos de preservación y ordenamiento forestal sustentable en zonas rurales y/o de población indígena.	
		Regular la expansión de la frontera agrícola y ganadera hacia	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		territorios con interés para la preservación o protección.	
		Controlar, mitigar y prevenir la desertificación y actualizar e implementar el Programa Nacional contra la Desertificación, fortaleciendo las capacidades mediante el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y Degradación de los Recursos Naturales (SINADES).	
	Estrategia 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Promover que el uso y aplicación de plaguicidas agrícolas sea realizado por profesionales certificados.	No aplica, ya que no se utilizarán plaguicidas.
		Promover el manejo integrado de plagas como estrategia de control en los sistemas de producción.	
		Promover la generación y uso de biofertilizantes y bioplaguicidas en las actividades agrícolas.	
D. Estrategias dirigidas a la restauración.	Estrategia 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.	Reforestar tierras preferentemente con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.	El Proyecto pretende llevar a cabo un Programa de Reforestación. Además, de un programa de conservación de suelos.
		Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de conservación y restauración de suelos y reforestación, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los mismos.	
		Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación y restauración de ecosistemas y especies y aplicarlos.	
		Implementar la Estrategia Nacional para la Conservación de los Suelos.	
		Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso de suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones de otras áreas.	
		Aumentar la superficie de plantaciones forestales comerciales, para recuperar la cobertura forestal en zonas deforestadas, disminuir la presión sobre los bosques nativos e impulsar el mercado nacional de productos forestales.	
		Recuperar áreas degradadas por la actividad de extracción de hidrocarburos o extracción de materiales de construcción.	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		Reforestación y revegetación de predios ganaderos apoyados, con el componente PROGRAN.	
		Elaborar 32 Guías Técnicas Estatales para la reforestación, revegetación y protección de agostaderos y obras y prácticas para el aprovechamiento sustentable del suelo y agua, por el componente PROGRAN	
E. Dirigidas al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción.	Estrategia 15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al sector económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Generar y aplicar el conocimiento geológico en el territorio para promover la inversión en el sector.	El Proyecto no considera actividades relacionadas con la minería.
		Brindar capacitación y asesoría técnica de apoyo a la minería.	
		Apoyar con información y conocimiento geocientífico a instituciones e inversionistas, para impulsar y coadyuvar en la atracción de nuevos capitales hacia la actividad minera, así como solucionar las demandas sociales en lo relacionado al uso óptimo del suelo y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	
	Estrategia 15 BIS. Coordinación entre los sectores minero y ambiental.	Desarrollar acciones de colaboración entre el sector minero y las autoridades ambientales, que promuevan el desarrollo sustentable de la industria minera, así como mejorar los mecanismos específicos de gestión y control en las diferentes fases de las actividades.	El Proyecto no contempla actividades de aprovechamiento minero.
		Promover la participación de los diversos representantes del sector minero en los ordenamientos ecológicos regionales o locales que se desarrollan.	
		Intensificar acciones de asesoría a los medianos y pequeños mineros, para favorecer mayores niveles de cumplimiento ambiental.	
	Estrategia 18: Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	Instrumentar esquemas de supervisión que aseguren el cumplimiento al marco regulatorio, destacando las condiciones de seguridad; evitando criterios discrecionales y generando incentivos correctos en las actividades de verificación.	El Proyecto no pretende llevar a cabo actividades de explotación de hidrocarburos o gas natural.
		Promover esquemas que eviten la quema y el venteo del gas asociado a los yacimientos de carbón mineral.	
	Estrategia 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de fuentes de energía,	Desarrollar en el territorio la planeación a mediano y largo plazo de diversificación de fuentes primarias de energía y elegir la más adecuada de acuerdo con los criterios de desarrollo establecidos	El Proyecto coadyuvará a la generación de energía limpia en el estado y en el país.

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
	incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	en la legislación y la política energética del país.	
		Incluir en la metodología de evaluación técnica, económica y financiera de los proyectos que se apliquen en el territorio elementos como la emisión de gases de efecto invernadero.	El Proyecto coadyuvará en la disminución de gases efecto invernadero, ya que se producirá energía con paneles solares de última tecnología.
		Diseñar la implementación de sistemas y dispositivos de alta eficiencia energética, considerando su contribución para mitigar los efectos de cambio climático.	
	Estrategia 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos de Cambio Climático, promoviendo tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	Identificar opciones apropiadas para el desarrollo de las energías renovables en el territorio.	El Proyecto coadyuvará en la disminución de gases efecto invernadero, ya que se producirá energía con paneles solares de última tecnología.
		Impulsar la instalación de sistemas de calentamiento solar de agua en los programas de vivienda que sean apoyados por el Gobierno Federal.	
		Fomentar el uso de energías renovables en instalaciones del sector público y establecer porcentajes mínimos de consumo de energía generada por estos medios.	
		Identificar, en coordinación, con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; y de Economía, las acciones apropiadas para el desarrollo de biocombustibles en el territorio.	
		Promover mecanismos que fomenten la igualdad de oportunidades en el acceso a energías renovables y que permitan elevar la calidad de vida.	
		Incrementar líneas de acción, políticas y estrategias establecidas en el Programa Especial de Cambio Climático.	El Proyecto coadyuvará en la disminución de gases efecto invernadero, ya que se producirá energía con paneles solares de última tecnología.
		Generar mecanismos para facilitar el acceso a energía eléctrica para grupos vulnerables o en condiciones de marginación, especialmente para aquellos grupos ubicados en comunidades indígenas, rurales o remotas.	El Proyecto coadyuvará en la disminución de gases efecto invernadero, ya que se producirá energía con paneles solares de última tecnología.
		Incentivar la captura de carbono mediante el fomento de la reconversión de tierras de uso agrícola hacia cultivos perennes o diversificados.	El Proyecto pretende una serie de medidas de mitigación como lo son el programa de reforestación, ayudando a la captura de carbono mediante el establecimiento de vegetación.
		Impulsar proyectos de captura por labranza y a través de la rehabilitación de terrenos de pastoreo por medio de los	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		programas de fomento ganadero y el PROGAN.	
		Impulsar estudios sobre vulnerabilidad y desarrollo de capacidades locales de respuesta y adaptación al cambio climático.	El Proyecto coadyuvará en la disminución de gases efecto invernadero, ya que se producirá energía con paneles solares de última tecnología.
		Fortalecer o establecer el programa de verificación de emisiones contaminantes y de verificación de condiciones físico-mecánicas del parque vehicular del autotransporte, en sus distintas modalidades.	
	Estrategia 21: Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	Diversificar y consolidar la oferta turística, a través del desarrollo de productos turísticos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional.	El Proyecto coadyuvará en la disminución de gases efecto invernadero, ya que se producirá energía con paneles solares de última tecnología.
		Impulsar la integración de circuitos y rutas temáticas y regionales donde se integren las diversas categorías de productos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional.	
		Vincular de manera transversal todas las acciones de planeación y desarrollo de oferta competitiva en las instancias de la SECTUR, FONATUR, Consejo de Promoción Turística de México (CPTM) y Centro de Estudios Superiores en Turismo (CESTUR).	
		Integrar programas, acciones e instrumentos de fomento a la oferta como los programas tecnológicos, de asistencia técnica y financiamiento (MIPyMEs).	El Proyecto coadyuvará en la disminución de gases efecto invernadero, ya que se producirá energía con paneles solares de última tecnología.
		Sistematizar y socializar la información estratégica sobre el desarrollo turístico su evolución, perspectivas y competitividad entre otros.	
		Incorporar criterios ambientales (tales como: sistema de tratamiento de aguas, restauración de cubierta vegetal, manejo y disposición de residuos sólidos, otros) en la autorización de desarrollos turísticos en sitios con aptitud turística.	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		Gestionar infraestructura de bajo impacto acorde con el tipo de turismo (de naturaleza, de aventura, rural, de la salud e histórico cultural) y asegurar un mantenimiento periódico.	
	Estrategia 22: Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	Identificar y priorizar inversiones y acciones de política pública con criterios regionales de fortalecimiento y diversificación.	Se contempla una inversión considerable para la construcción del proyecto fotovoltaico, generando empleos directos e indirectos.
		Identificar y priorizar inversiones y acciones de política con criterios regionales de impulso a zonas marginadas.	
		Actualizar y ampliar el Programa Agenda 21 para el Turismo Mexicano, mediante la evolución de la metodología de indicadores y el desarrollo de la capacidad de respuesta *in situ* para el seguimiento, verificación del cumplimiento de metas y su integración a los planes de desarrollo de los destinos turísticos.	El Proyecto forma parte del plan de desarrollo del municipio y del estado como un parteaguas para el desarrollo social de la región.
		Promover acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en los destinos turísticos principalmente en las costas.	El Proyecto coadyuvará en la disminución de gases efecto invernadero, ya que se producirá energía con paneles solares de última tecnología.
		Participar en los programas de investigación, sobre las causas y efectos de los fenómenos naturales, el perfeccionamiento de monitoreo y alertamiento de la población y los turistas en los destinos turísticos más vulnerables del país.	
		Mejorar los criterios de operación de los Convenios de Coordinación en materia de reasignación de recursos, de manera que se apoyen proyectos que obedezcan a esquemas de planeación o de prioridades estratégicas regionales.	
		Fomentar que se generen las sinergias con el CPTM y FONATUR, para evaluar y en su caso rediseñar sobre la base de su evolución, cobertura geográfica y desempeño en los mercados, los programas regionales “Centros de Playa”, “Mundo Maya”, “Tesoros Coloniales”, “Ruta de los Dioses”, “Frontera Norte” y “En el Corazón de México”.	
	Estrategia 23: Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos	Identificar segmentos de mercado nacionales e internacionales no atendidos y/o emergentes, así como sus necesidades de accesibilidad por infraestructuras,	El Proyecto coadyuvará en la disminución de gases efecto invernadero, ya que se producirá energía con paneles solares de última tecnología.

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
	del turista) –beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	equipamientos y de financiamiento al consumo.	
		Cartografiar y monitorear segmentos y nichos de mercado convencionales y especializados; actuales y emergentes.	
		Organizar la investigación de mercados y su socialización para apoyar la toma de decisiones entre entidades públicas, privadas y sociales.	
		Crear mecanismos para ampliar la práctica del turismo en el mercado doméstico.	
		Impulsar programas de turismo para segmentos especializados del turismo doméstico: adultos mayores, jóvenes, estudiantes, discapacitados y otros que se consideren pertinentes.	
		Fomentar programas de financiamiento a la demanda de turismo doméstico, incluyendo equipamiento especializado para la accesibilidad de los discapacitados.	
2. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.			
Suelo urbano y vivienda	Estrategia 24: Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	Mejorar la infraestructura básica y el equipamiento de las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.	Este tipo de criterio no tiene relación con el Proyecto. Sin embargo, se deja a consideración de las autoridades municipales y estatales. Por otra parte, este proyecto pretende ser ambientalmente viable, socialmente aceptable y económicamente rentable.
		Generar las condiciones para que las familias mexicanas de menores ingresos tengan acceso a recursos que les permitan contar con una vivienda digna.	
		Apoyar a las familias en condiciones de pobreza para que puedan terminar, ampliar o mejorar su vivienda y, de esta forma, tengan posibilidad de incrementar su patrimonio y mejorar sus condiciones de vida.	
		Asegurar que las viviendas tengan acceso a la infraestructura, equipamiento y servicios urbanos.	
		Regular la expansión de áreas urbanas cercanas a zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal, así como a zonas de amortiguamiento, recarga de acuíferos, áreas naturales protegidas y zonas de riesgo.	
		Promover que la creación o expansión de desarrollos habitacionales se autoricen en sitios con aptitud para ello e incluyan criterios ambientales que aseguren la disponibilidad y aprovechamiento óptimo de los	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		recursos naturales, además de sujetarse a la respectiva manifestación de impacto ambiental.	
C. Agua y saneamiento.	Estrategia 25. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Mejorar el sistema de información estratégica e indicadores del sector hidráulico.	No aplica, El Proyecto pretende desarrollar múltiples programas ambientales con la finalidad de prevenir, compensar y/o mitigar los impactos adversos que se generen dichos programas estarán dirigidos principalmente hacia aquellos lugares ambientalmente degradados y/o susceptibles. Es importante mencionar que durante el desarrollo del Programa de Reforestación únicamente se emplearán especies propias o nativas de la región; por su parte, el sitio donde se desarrolle el Programa de Reforestación fungirá como corredor biológico, hogar, área de descanso y/o alimentación para las distintas especies faunísticas que habitan y/o transitan en la región; si bien la ejecución del proyecto conlleva la generación de aguas residuales durante las etapas del proceso constructivo, indirectamente se generarán aguas residuales debido al uso de sanitarios portátiles. En este sentido, la promovente y/o empresa constructora deberá contratar a una empresa autorizada que brinde el servicio de sanitarios portátiles, esta empresa se encargará de la instalación, mantenimiento y retiro de los sanitarios, así como de la correcta disposición final de los residuos generados.
		Promover el incremento de la proporción de aguas residuales tratadas y fomentar el reúso e intercambio.	
		Monitorear y/o establecer sistemas de tratamiento de las aguas residuales industriales en particular en la industria petroquímica y en la explotación de hidrocarburos.	
		Promover que las actividades económicas instrumenten esquemas de uso y reúso del agua.	
		Promover el mejoramiento de la calidad del agua suministrada a las poblaciones.	
		Fortalecer el proceso de formulación, seguimiento y evaluación de los programas hídricos de largo plazo por región hidrológica orientados a la sustentabilidad hídrica.	
	Estrategia 27. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Desarrollar campañas en medios de comunicación sobre la importancia, uso responsable y pago del agua.	
		Impulsar programas de educación y comunicación para promover la cultura del uso responsable del agua.	
		Incorporar el tema de problemática el manejo de los recursos hídricos en libros de texto de educación básica.	
		Elaborar programas de gestión del agua en los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares.	
		Consolidar la operación del Consejo Consultivo del Agua (CCA) y del Comité Mexicano para el Uso Sustentable del Agua (CMUSA).	
		Fomentar y promover el mantenimiento de una red de infraestructura de captación, almacenamiento y distribución, evitando el desvío o modificación de los cauces.	
		Recuperar y revalorizar la tecnología y tradiciones locales que apoyen en el manejo del recurso.	
		Fortalecer la Educación Ambiental para prevenir los asentamientos humanos irregulares en cauces y generar una cultura de prevención	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		ante fenómenos meteorológicos extremos en zonas de riesgo.	
D. Infraestructura y equipamiento urbano y regional	Estrategia 30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración inter e intrarregional	Modernizar los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del territorio.	El Proyecto coadyuvará en la disminución de gases efecto invernadero, ya que se producirá energía con paneles solares de última tecnología.
		Llevar a cabo un amplio programa de construcción de libramientos y accesos carreteros a ciudades principales a fin de mejorar la conexión de la infraestructura carretera con la infraestructura urbana.	
		Intensificar los trabajos de reconstrucción, conservación periódica y rutinaria de la red federal libre de peaje, con el apoyo de sistemas de gestión de conservación a fin de optimizar los recursos y mejorar la calidad de los trabajos.	
		Construir y modernizar la infraestructura carretera para las comunidades rurales, en especial en las más alejadas de los centros urbanos.	
		Promover que, en el diseño, construcción y operación de carreteras y caminos, se evite interrumpir corredores biológicos y cauces de ríos, cruzar áreas naturales protegidas, así como, atravesar áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos	
	Estrategia 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, bien estructuradas y menos costosas.	Atender zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y equipamiento urbano, así como con la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.	El Proyecto se vincula directamente con este punto, ya que pretende ser un parteaguas en el desarrollo de las localidades involucradas, coadyubando a combatir la marginación de dichas comunidades mediante la generación de empleos.
		Fortalecer el rescate de espacios públicos e inseguros para fomentar la identidad comunitaria, la cohesión social, la generación e igualdad de oportunidades y la prevención de conductas antisociales.	
		Brindar asistencia técnica y apoyos para el fortalecimiento institucional y para la realización de estudios y proyectos en los municipios destinados al mejoramiento de infraestructura, el equipamiento y la prestación de servicios en materia de transporte y movilidad urbana.	
		Promover el incremento de la cobertura en el manejo de residuos sólidos urbanos.	Durante los trabajos de construcción se realizará el manejo y disposición de los residuos sólidos

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
			y líquidos de acuerdo a la normatividad aplicable.
		Mejorar la comprensión, experiencia y disfrute de las ciudades a través de la integración de estrategias de información y mecanismos de identidad en el mobiliario urbano, lo que contribuirá a fomentar la movilidad peatonal y turística, así como el acceso a los sistemas de transporte público.	El Proyecto coadyuvará en la disminución de gases efecto invernadero, ya que se producirá energía con paneles solares de última tecnología.
		Promover la constitución de asociaciones de municipios para que impulsen conjuntamente proyectos dirigidos a la construcción o mejoramiento de infraestructura en materia de rellenos sanitarios, drenaje, agua potable, transporte urbano y suburbano.	
	Estrategia 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.	Acelerar la regularización de los predios y propiciar un desarrollo más ordenado y menos disperso, en el que se facilite la concentración de esfuerzos en zonas con ventajas competitivas.	El Proyecto se vincula directamente con este punto, ya que este tipo de proyectos pretende ser un parteaguas en el desarrollo de las localidades involucradas ayudando a combatir la marginación de dichas comunidades mediante la generación de empleos.
		Incrementar la disponibilidad de suelo apto impulsando mecanismos para la creación de reservas territoriales, tanto para uso habitacional como para actividades económicas, sujetas a disposiciones que garanticen el desarrollo de proyectos habitacionales en un entorno urbano ordenado, compacto, con certidumbre jurídica, con infraestructura, equipamientos y servicios adecuados y suficientes.	
		Concluir la regularización de asentamientos humanos irregulares que existen hoy en día, acompañados de una política de fortalecimiento municipal y reservas territoriales para que las ciudades puedan crecer de forma ordenada y asegurando los derechos de propiedad de sus habitantes.	
		Promover que las áreas verdes *per cápita* en las zonas urbanas se ajusten a los estándares recomendados por la Organización Mundial de Salud (OMS) y la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCEDE).	El proyecto vendrá acompañado de un programa de reforestación como una de las tantas medidas de mitigación.
E. Desarrollo social.	Estrategia 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos	Mejorar el ingreso promedio de los hogares rurales con menores percepciones económicas en términos reales.	Este tipo de proyecto representa una gran inversión durante su construcción, generando empleos para los habitantes de la región.
		Aplicar el Programa Especial Concurrente (PEC) (Ley de Desarrollo Rural Sustentable) a	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
	públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	través de la Comisión Intersecretarial para el Desarrollo Rural Sustentable (CIDRS).	
		Acrecentar la articulación de los recursos y esfuerzos que en materia de desarrollo de capacidades para la población rural, impulsan los organismos públicos, sociales y privados en los ámbitos federal, estatal y municipal, mediante al fortalecimiento del Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral (SINACATRI).	
		Establecer proyectos regionales de carácter integral y solicitar al poder Legislativo un presupuesto específico y exclusivo para este tipo de proyectos con recursos de aplicación concurrente.	
		Coordinar la formulación y realización de los Programas Municipales y Estatales de Capacitación Rural Integral (PMCRI), dentro de la estrategia del SINACATRI y la operación del Servicio Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral (SENACATRI).	
		Atender preferentemente las demandas de los habitantes rurales de bajos ingresos en materia de desarrollo de capacidades, inversión rural y organización para la operación y consolidación de proyectos de diversificación económica y productiva, que tomen en cuenta explícitamente las necesidades e intereses de los hombres y las mujeres.	
		Brindar atención prioritaria en el desarrollo de capacidades a los segmentos de la población con mayores rezagos y tradicionalmente excluidos, tales como mujeres, jóvenes e indígenas, con la finalidad de que generen sus propias iniciativas de desarrollo.	
	Estrategia 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	Dar prioridad de atención presupuestal y focalización de recursos a los territorios de alta y muy alta marginación.	Con este proyecto se pretende combatir la marginación de las localidades de la región, con la generación de empleos.
		Promover la integración económica de grupos y organizaciones de productores rurales a partir de esquemas de cooperación y fortalecimiento empresarial para acceder a mercados con productos de valor agregado, buscando su inserción y	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		permanencia efectiva en las redes de valor.	
		Inducir la participación de la población rural de las zonas marginadas en proyectos productivos que aprovechen la riqueza artística, cultural, artesanal gastronómica y del paisaje de sus territorios.	
		Generar condiciones para que los productores rurales visualicen y aprovechen las oportunidades de negocio que significan la producción y comercialización de los productos orgánicos y comercialmente no tradicionales en los mercados nacionales e internacionales.	
		Promover la difusión de experiencias exitosas y de buenas prácticas empresariales en materia de diversificación entre productores rurales y sus organizaciones.	
		Impulsar acciones para que las localidades aisladas tengan atención prioritaria para la construcción de caminos que las comuniquen eficientemente a las cabeceras municipales y éstas con las capitales estatales.	
		Disponer de equipamiento para establecer y acceder a los servicios de Internet que faciliten a la población dar a conocer las potencialidades de sus recursos y acceder a información relevante para la vida económica de las localidades y el desarrollo del territorio municipal.	
		Atender la insuficiencia o mala calidad de los bienes y servicios indispensables para la población de los territorios con los mayores grados de marginación y mayor incidencia de pobreza entre sus habitantes, desde una perspectiva integral.	
		Aprovechar la estructura social para contribuir el abatimiento del índice de marginación	
		Distribuir de manera compensatoria los apoyos de equipamiento para las regiones de acuerdo con su nivel de desarrollo, dando prioridad a las menos desarrolladas, con el fin de aumentar sus oportunidades de progreso.	
	Estrategia 35. Introducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la	Inducir la creación de un sistema flexible de prestaciones sociales para los trabajadores eventuales del campo, que integre conceptos	Con este proyecto se pretende combatir la marginación de las localidades de la región, con la generación de empleos.

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
	producción rural ante impactos climatológicos adversos.	como la portabilidad de la seguridad social, la revisión de recursos para la subrogación de servicios y la participación del sector patronal y de los gobiernos en la prestación de los mismos.	
		Inducir la formalización de las relaciones laborales de los mercados de trabajo rural y de una mayor cultura laboral con mecanismos como desarrollo de capacidades, reconocimiento de antigüedad laboral acumulada y de ahorros personales para el retiro, procurando que no se incrementen los costos de producción.	
		Establecer acciones de prevención de riesgos de desastres en coordinación con las instancias federales, estatales y municipales de protección civil.	
		Apoyar a los productores de menor desarrollo relativo, afectados por fenómenos climatológicos extremos, para atender los efectos negativos de esos fenómenos y reintegrar a los productores a sus procesos productivos.	
		Usar instrumentos de cobertura contra riesgos de desviación financiera ante la ocurrencia de fenómenos climatológicos que afecten las actividades agropecuarias.	
	Estrategia 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 situaciones de pobreza.	Fomentar la reconversión de áreas de cultivos de mayor rentabilidad y con demandas de mercado en zonas con bajo y mediano potencial.	No aplica ya que El Proyecto no pretende llevar a cabo actividades agrícolas.
		Fortalecer la coordinación interinstitucional para el diseño e instrumentación de una política de producción orgánica con manejo sustentable.	
		Canalizar mayores recursos para promover la acuacultura rural.	El Proyecto no pretende actividades de acuacultura.
		Fortalecer la acuacultura rural mediante el fomento a proyectos de inversión de pequeña escala, en aguas interiores y/o litorales, para crear unidades de producción acuícola rentables y competitivas, que contribuyan a mejorar la alimentación de la población rural.	No aplica ya que El Proyecto no pretende llevar a cabo actividades agrícolas.
		Promover la producción agrícola orientada a la producción de bioenergéticos, en áreas y cultivos con viabilidad, así como establecer las bases para impulsar la producción, tecnificación,	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		comercialización y empleo de la biomasa.	
		Aprovechar sustentablemente la diversidad genética cuidando que no se pierdan los bosques y selvas en la producción de bioenergéticos.	
		Proporcionar los apoyos técnicos y presupuestales que se requieran para fomentar la creación de cadenas productivas relacionadas con los bioenergéticos.	
		Apoyar el financiamiento para la instalación de biodigestores de alto potencial, que permitan aprovechar la generación de biogás, para la generación de energía eléctrica y calórica, entre otros.	
		Consolidar los programas de apoyo alimentario vigentes.	
		Garantizar el acceso de alimentos básicos a precios justos destinados a la población en condición de pobreza.	
	Estrategia 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Desarrollar actividades que permitan aumentar las habilidades, conocimientos y capacidades de gestión de los grupos rurales prioritarios y comunidades con presencia indígena, señalados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), así como asistirlos de manera permanente en sus proyectos productivos.	No aplica; sin embargo, con la realización del proyecto se mejorarán las condiciones de la región y con ello el acceso a múltiples servicios de manera más oportuna como abasto, educación, salud, etc. Así mismo, dicho proyecto representará una fuente de empleo temporal para los pobladores de las comunidades cercanas al mismo, lo cual se verá reflejado en un ingreso económico en los hogares y con ello mejorar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades.
		Apoyar y promover la incorporación al desarrollo social y económico de las mujeres habitantes de los ejidos y comunidades con presencia indígena y pobreza patrimonial.	
		Brindar servicios que permitan la conciliación entre la vida laboral y familiar, para mejorar la calidad de vida de las mujeres y sus hijos.	
		Facilitar la integración de la mujer al mercado laboral mediante la expansión del sistema de estancias infantiles.	
	Estrategia 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza	Asegurar que ningún niño o joven quede fuera de las instituciones educativas por tener que trabajar en actividades domésticas o productivas para asegurar su sustento o el de su familia.	El proyecto podrá contratar a personas en condición de pobreza y capacitarlos para el desarrollo de actividades, lo cual les dará la oportunidad de percibir ingresos diferentes a los habituales durante el desarrollo del Proyecto.
		Promover la asistencia y permanencia escolar a través de becas educativas para la población más pobre.	
		Otorgar becas y apoyo para la adquisición de útiles escolares a los niños y jóvenes de familias que	

ESTRATEGIA		ACCIÓN	VINCULACIÓN
		viven en condiciones de pobreza, con el fin de que tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar sus capacidades y habilidades para vincularse de manera efectiva con el mercado de trabajo.	
		Apoyar a las personas en condiciones de pobreza para la entrada y permanencia a educación técnica, media y superior u otro tipo de capacitación que facilite el acceso a mejores fuentes de ingreso.	
		Brindar asistencia técnica y capacitación con el fin de facilitar el acceso a fuentes de financiamiento productivo.	
	Estrategia 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	Promover que las personas en condiciones de pobreza tengan acceso a los servicios de salud y que asistan regularmente tanto a la atención médica como a la capacitación que llevan a cabo las instituciones especializadas.	No aplica ya que el Proyecto no pretende llevar a cabo actividades de asistencia social.
	Estrategia 40: Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	Impulsar políticas públicas que atiendan las necesidades de los adultos mayores, y promover los cambios para que las instituciones públicas y la sociedad puedan enfrentar el envejecimiento de la población.	No aplica ya que el Proyecto no pretende llevar a cabo actividades de asistencia social
		Elaborar un Programa de Acción Integral para Adultos Mayores que guíe a las personas hacia un envejecimiento saludable y digno.	
	Estrategia 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Procurar el acceso a redes sociales de protección a indígenas, niños y mujeres en condición de violencia, a las personas con discapacidad y a los jornaleros agrícolas, con el fin de que puedan desarrollarse plena e íntegramente.	No aplica ya que el Proyecto no pretende llevar a cabo actividades de asistencia social
		Fortalecer las instituciones para las mujeres en las entidades gubernamentales, además de fomentar la cooperación de la sociedad, el gobierno y las instituciones académicas del territorio para prevenir, detectar y atender la violencia contra las mujeres.	

De acuerdo con la Tabla anterior, se puede observar que El Proyecto, no se contrapone con ningún lineamiento del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, por lo que se puede considerar que éste mismo presenta un grado de vinculación aceptable con la Unidad Ambiental Biofísica; pues es compatible con algunos criterios, mientras que en otros se puede considerar condicionado. De esta manera, el presente

proyecto se encuentra dentro del marco legal y jurídico establecido por dicho Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

II.10.2 Plan Estatal de Desarrollo Sinaloa 2022 – 2027

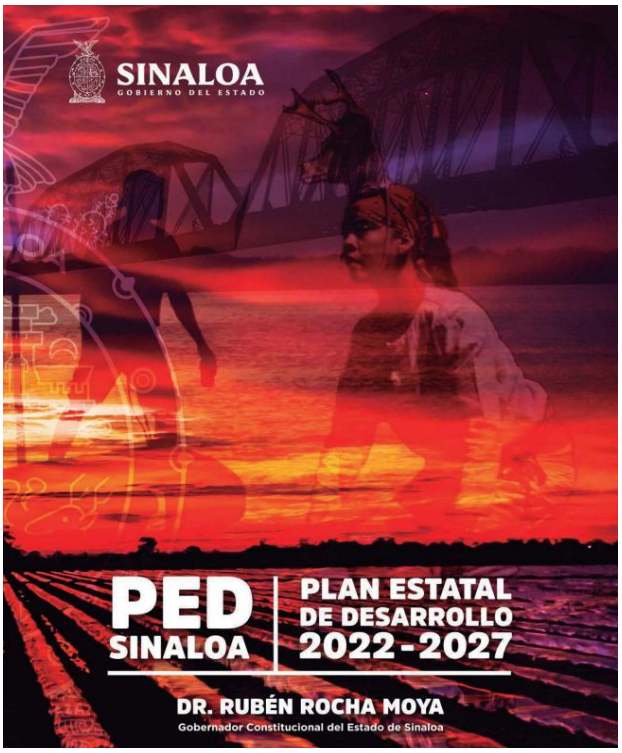


Figura II. 4 Plan Estatal de Desarrollo Sinaloa 2021 – 2027

El crecimiento económico global promedia un aumento del 4% anual del PIB mundial en los últimos 50 años, sin embrago sólo una décima parte de los 194 países del mundo expresan este dinamismo; de acuerdo con los datos del Fondo Monetario Internacional (FMI), durante 2016, las economías avanzadas han registrado un crecimiento más vigoroso debido a un repunte en la producción manufacturera.

Casi todas las economías en desarrollo dependen de la exportación de materias primas, no obstante, éstas se ven envueltas en el círculo vicioso de menor demanda, menores precios de sus productos, menores ingresos y una fuerte volatilidad en sus mercados de valores y de divisas, agravando el desequilibrio macroeconómico. El modelo de desarrollo económico seguido por el Estado de Sinaloa, durante los últimos 50 años, se ha basado en la atracción industrial manufacturera de origen extranjero, caracterizada por una intensiva utilización de mano de obra y la importación temporal de partes y componentes para su maquila, en territorio nacional. En este sentido, este Plan establece una política pública para el desarrollo económico, encaminada a fortalecer los equilibrios y capacidades económicas regionales, incentivar el mercado interno y mercados internacionales alternos que complementen los mercados ya establecidos, con el objetivo de elevar el ingreso real de los habitantes.

El Plan Estatal de Desarrollo establece prioridades de gestión para orientar el desarrollo de Sinaloa, con el objetivo de sentar las bases para la erradicación de múltiples desequilibrios y desigualdades. Por su parte, este Plan se alinea con el Plan Nacional de Desarrollo con la finalidad de generar estrategias que fomenten el desarrollo del estado y que al mismo tiempo coadyuven a mejorar el desarrollo del país; así mismo, con el objetivo de impulsar el desarrollo óptimo del estado en estándares nacionales e internacionales, este plan se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

Dentro del Plan Estatal de Desarrollo se establecen 3 Ejes Rectores, de los cuales El Proyecto se vincula directamente con el Eje de Desarrollo Económico. Éste se ajusta al Plan Nacional de Desarrollo, donde se contempla promover el empleo de calidad; impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve el patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo; y desarrollar los sectores estratégicos del país. Así mismo, dicho eje se empareja con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, donde se contempla motivar el trabajo decente y crecimiento económico; la reducción de las desigualdades; y producción y consumos responsables.

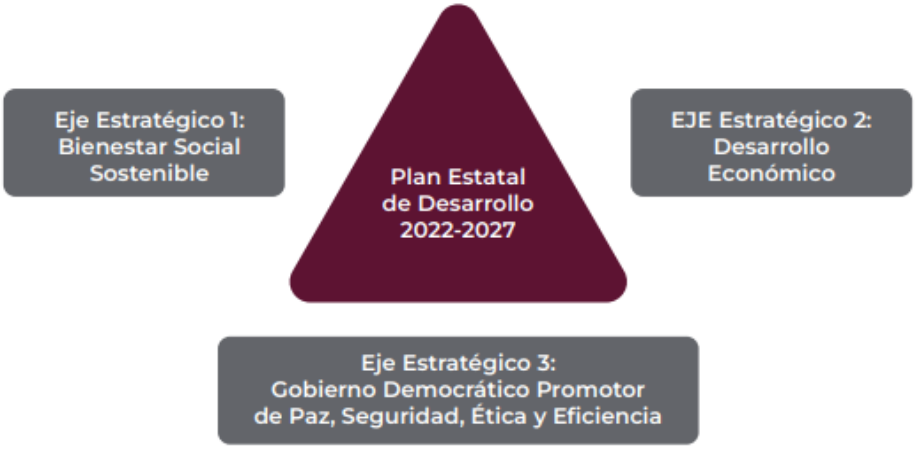


Figura II. 5 Ejes de Desarrollo Plan Estatal de Desarrollo Sinaloa

Considerando la diversidad de necesidades y las desigualdades presentes en el territorio estatal, este Plan pretende homologar desde distintas ópticas criterios de regionalización; bajo este contexto, es preciso indicar que EL Proyecto, pretende llevar a cabo el desarrollo de infraestructura en la cual no existe mucha inversión en el estado, por lo que el proyecto a parte de producir energía de forma limpia, pretende ser un detonante de inversión en este rubro.

Históricamente, Sinaloa se ha caracterizado por ser un municipio vibrante, pujante y de gente trabajadora; su importancia estratégica deriva tanto de su ubicación geográfica, como de las vocaciones productivas que le son inherentes. Su aportación a la

economía mediante turismo es importante pero también se requiere de inversión privada que genere empleos y se detone la inversión en el estado.

Dentro del Eje de Economía, Innovación, Desarrollo Sustentable y Equilibrio Regional, se establece que existen factores para elevar la productividad como sociedad, enfatizando la actividad primaria de la economía e impulsando un enfoque empresarial sostenido. Esto puede alcanzarse a través de estrategias como la generación de condiciones favorables para el desarrollo económico y el equilibrio del potencial de sectores y regiones; la vinculación de la producción con el mercado mundial; así como el impulso y la generación de empleos mejor remunerados.

Los modelos de producción y consumo en los que el desarrollo económico había encontrado soporte ya no son factibles para enfrentar el presente, para ello, es necesario crear un modelo de desarrollo sustentable con la finalidad de combatir la vulnerabilidad, el desequilibrio y la desigualdad en el estado de Sinaloa. La falta de atención y fortalecimiento de sectores económicos (distintos al manufacturero), ha limitado la diversificación de la oferta, el desarrollo de productos y servicios locales, así como la atención de nuevos mercados; esta carencia de pluralidad económica limita la empleabilidad en el estado.

El cambio climático, sus consecuencias y la variabilidad en los precios de los combustibles fósiles obligan a priorizar objetivos mundiales para el desarrollo sostenible; México, está en el top cinco de países más atractivos para invertir en proyectos de energía solar, incluso por arriba de Israel y Suiza.

A continuación, se enlistan los objetivos, estrategias y líneas de acción establecidas dentro del Eje de Economía, Innovación, Desarrollo Sustentable y Equilibrio Regional, que se vinculan estrechamente con el proyecto.

- Fortalecer la organización y el desarrollo de las capacidades de los sectores productivos del estado para promover un crecimiento sustentable con mejores ingresos para los habitantes.
- Promover el desarrollo equilibrado y armónico en las regiones del estado mediante el fortalecimiento de las vocaciones productivas con una visión sustentable.
- Fomentar el establecimiento y desarrollo de empresas que generen mejores empleos y de mayor remuneración.
- Impulsar proyectos de inversión privada que generen empleos de mayor valor con remuneraciones superiores al promedio nacional.
- Promover la eficiencia e innovación en la generación y abasto de fuentes de energía para el desarrollo de las actividades productivas y sociales de los habitantes del estado.
- Impulsar sustancialmente la generación y uso de energía renovable en el conjunto de las diversas fuentes de energía susceptibles de ser aprovechadas.

- Promover el uso de energías renovables en los distintos sectores productivos del estado.
- Apoyar proyectos que den prioridad a las energías renovables, ya sea solar, eólica, hidroeléctrica y/o biocombustibles.
- Impulsar la inversión pública y privada en la construcción y ampliación de infraestructura para la generación de energías renovables.

Este proyecto pretende generar energía eléctrica de manera sustentable y amigable con el medio ambiente, mediante el empleo de paneles fotovoltaicos; por su parte, éste contempla la implementación de diversas medidas de prevención, compensación, minimización y/o mitigación ambiental, estas acciones estarán orientadas principalmente, hacia aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o aquellos sitios ambientalmente degradados y/o susceptibles a degradación en la zona del proyecto.

II.11 Áreas de Importancia Ecológica.

Debido a su ubicación geográfica y su relieve diverso, México tiene una gran diversidad de ecosistemas y por resultado una gran diversidad y riqueza de recursos naturales, mismos que han constituido la base del desarrollo nacional, proporcionando productos, insumos, servicios y espacios para el progreso de la economía y la generación de riqueza para el país.

El desarrollo de nuestra civilización ha modificado, y en muchos casos de manera substancial, el paisaje terrestre. Las ciudades y poblados en los que vivimos, así como los campos de los que obtenemos nuestros alimentos han removido a los ecosistemas originales, secando lagos y ríos. También hemos llevado a cabo, la extinción de numerosas especies y sobrecargado la atmósfera con gases y contaminantes que causan cambios en el clima, sin embargo, el impacto no termina ahí, ya que los productos que empleamos en nuestra vida diaria provienen de la explotación de los recursos naturales de los diversos ecosistemas con los que cuenta México, y su vez el planeta. Los alimentos que consumimos, la madera empleada para la construcción, el papel, el plástico y los químicos que se emplean en la industria, agricultura o el hogar, todos de alguna manera están relacionadas con ligeras perturbaciones o severos daños al ambiente.

Desafortunadamente el desarrollo económico se ha privilegiado por encima de los costos ambientales netos, ya que utilizan los recursos naturales del país transformándolos para crear riqueza y esta transformación, en la mayoría de los casos, ha sido destructiva, sin que esta destrucción ambiental haya repercutido en una mejora en la calidad de vida y la economía de los distintos sectores de la sociedad, especialmente de los que viven en condiciones de mayor marginación en el país.

A continuación, se vincula a El Proyecto con las diversas áreas de importancia ecológica, presentes en la región donde se pretende llevar a cabo.

II.11.1 Áreas Naturales Protegidas Federales.

Las áreas naturales protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas. En este sentido, El Proyecto, no se encuentra dentro de alguna ANP de carácter Federal, estatal o municipal. Bajo este contexto el ANP más cercana a la zona del proyecto es la denominada ANP Islas de California.

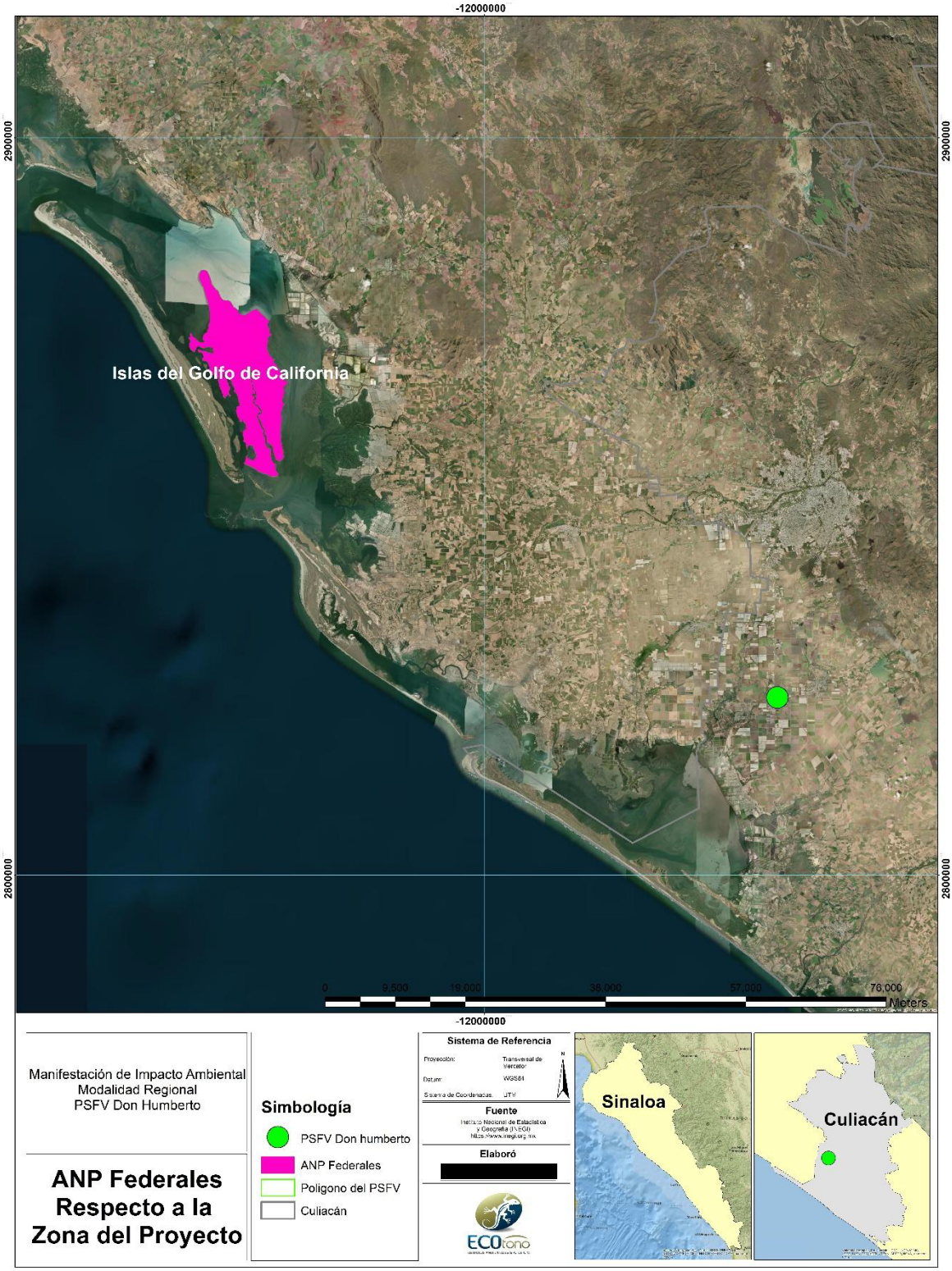


Figura II. 6 ANP cercana a la zona del Proyecto

Como se señala, el proyecto no se encuentra dentro de esta ANP. El Proyecto en su etapa constructiva u operativa no causara ningún daño o desequilibrio a esta ANP, tampoco aportará elementos que causen un desequilibrio a largo plazo, ni mucho menos alguna afectación, El Proyecto se pretende desarrollar en un predio particular, fuera de esta ANP, por lo que no tendrá incidencia alguna.

II.11.2 Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y/o Privadas.

Desde hace varios siglos la humanidad ha designado áreas, restringiendo el acceso y uso de flora, fauna y otros recursos con el objetivo de mantener las cualidades originales de los sitios. Las razones han sido diferentes, incluyendo económicas (reservas forestales), espirituales (sitios religiosos), recreativas (cotos de caza y parques), de conservación, entre otras. En México, existen diversos tipos de áreas protegidas: federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas.

En este sentido, cabe destacar que El Proyecto, no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida Estatal, Municipal, Ejidal y/o Privada, siendo el ANP de carácter Estatal “El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria” la más cercana al proyecto, ubicada en el estado de Sinaloa, esta ANP tampoco guarda relación con el proyecto.

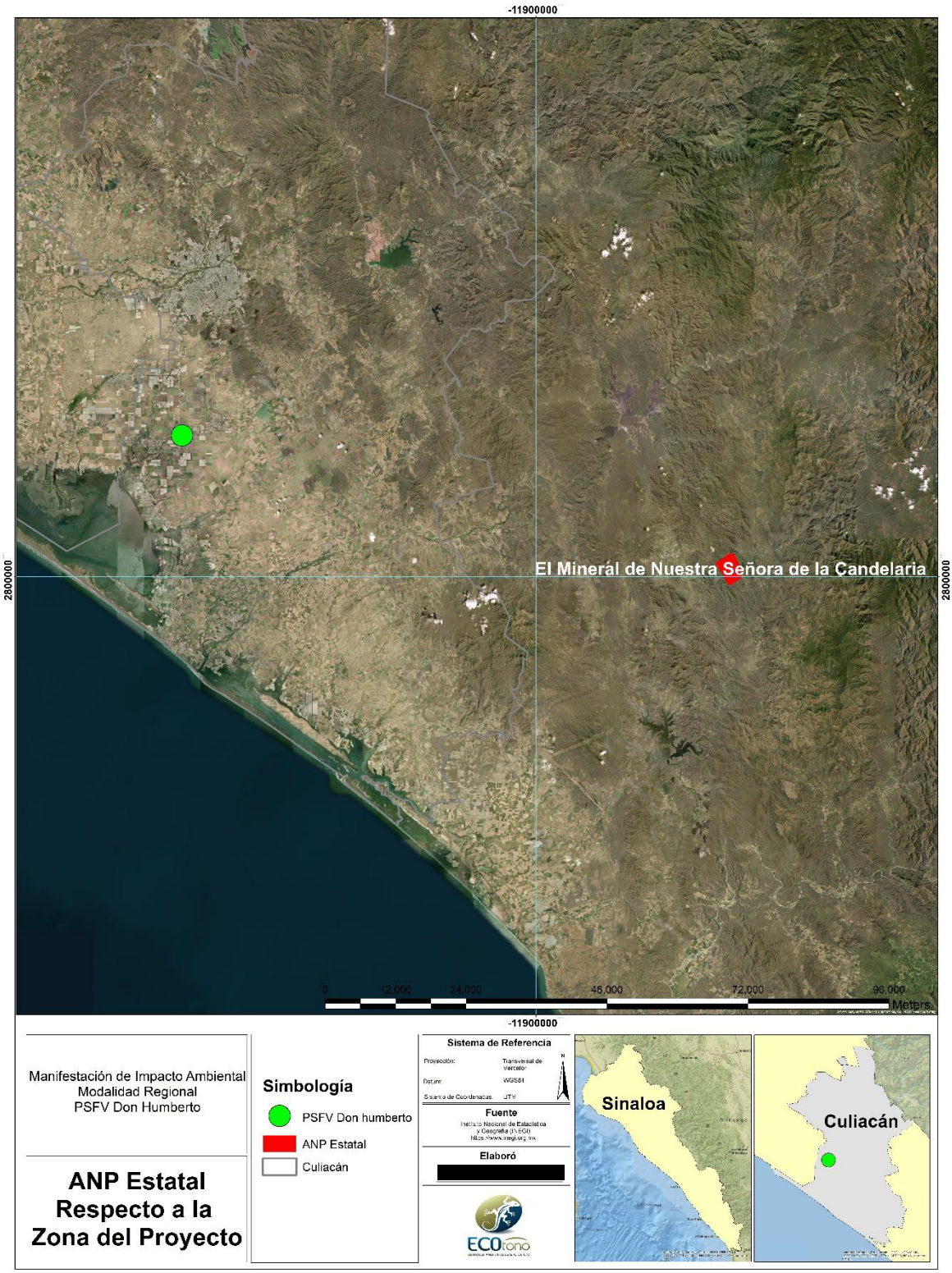


Figura II. 7 ANP Estatal cercana a la zona del Proyecto

II.11.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con el apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Es importante mencionar que el proyecto, no se encuentra dentro de alguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves, siendo el AICA “Ensenada Pabellones” la más cercanas al proyecto, a una distancia de 4 km, del sitio donde se pretende realizar el proyecto.

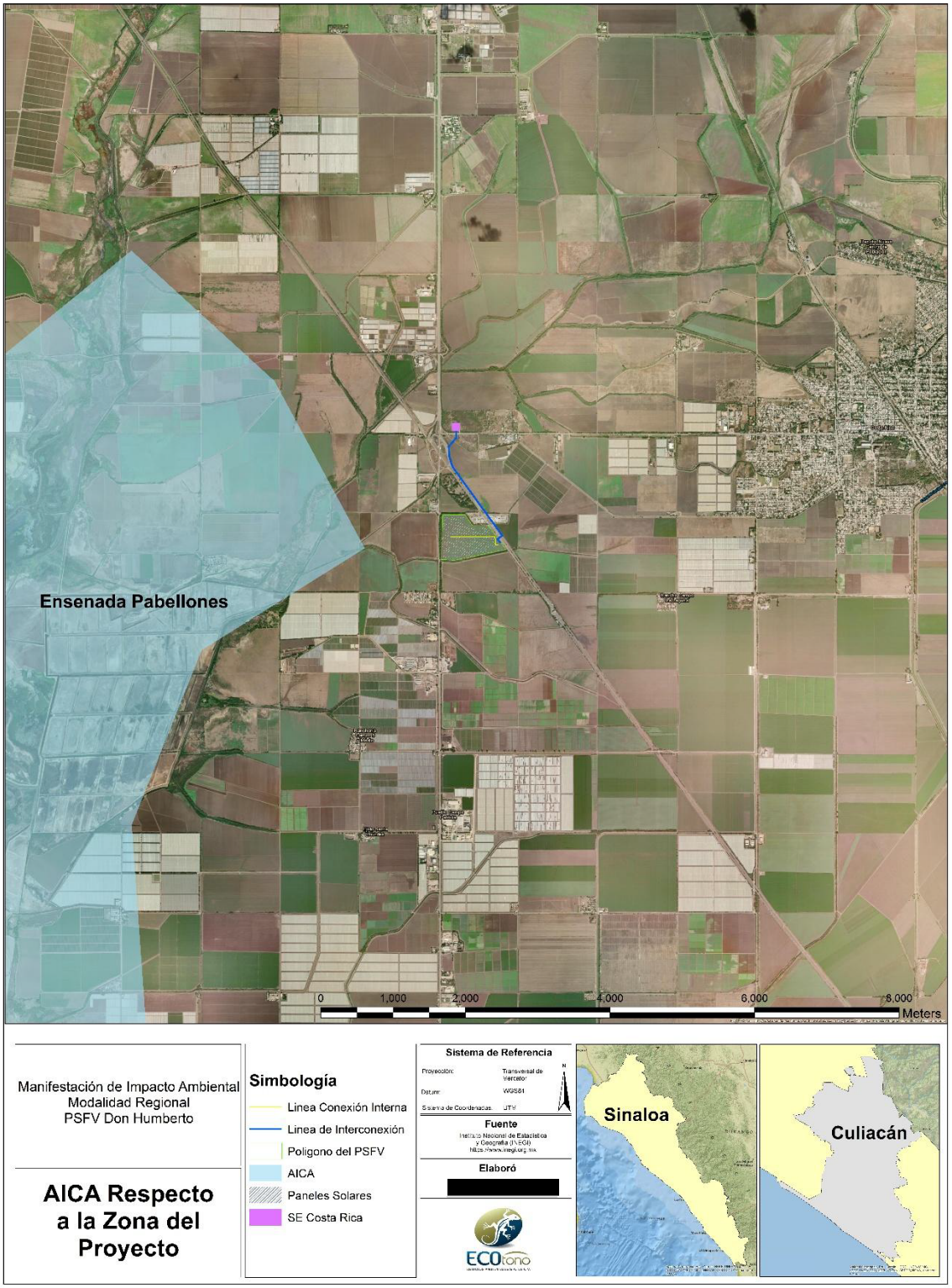


Figura II. 8 AICA cercana a la zona del Proyecto

II.11.4 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

La acelerada pérdida y la modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad. En este contexto, el Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas, favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

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

En este sentido, El Proyecto, no se encuentra dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria, siendo la RTP “Marismas Topolobampo-Caimanero” la región más cercana al proyecto, ubicada a una distancia aproximada de 30 km del sitio del proyecto.



Figura II. 9 RTP cercana a la zona del Proyecto

II.11.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

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

Con base en lo anterior, el proyecto no se encuentra dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria, siendo la más cercana la RHP “Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón”.

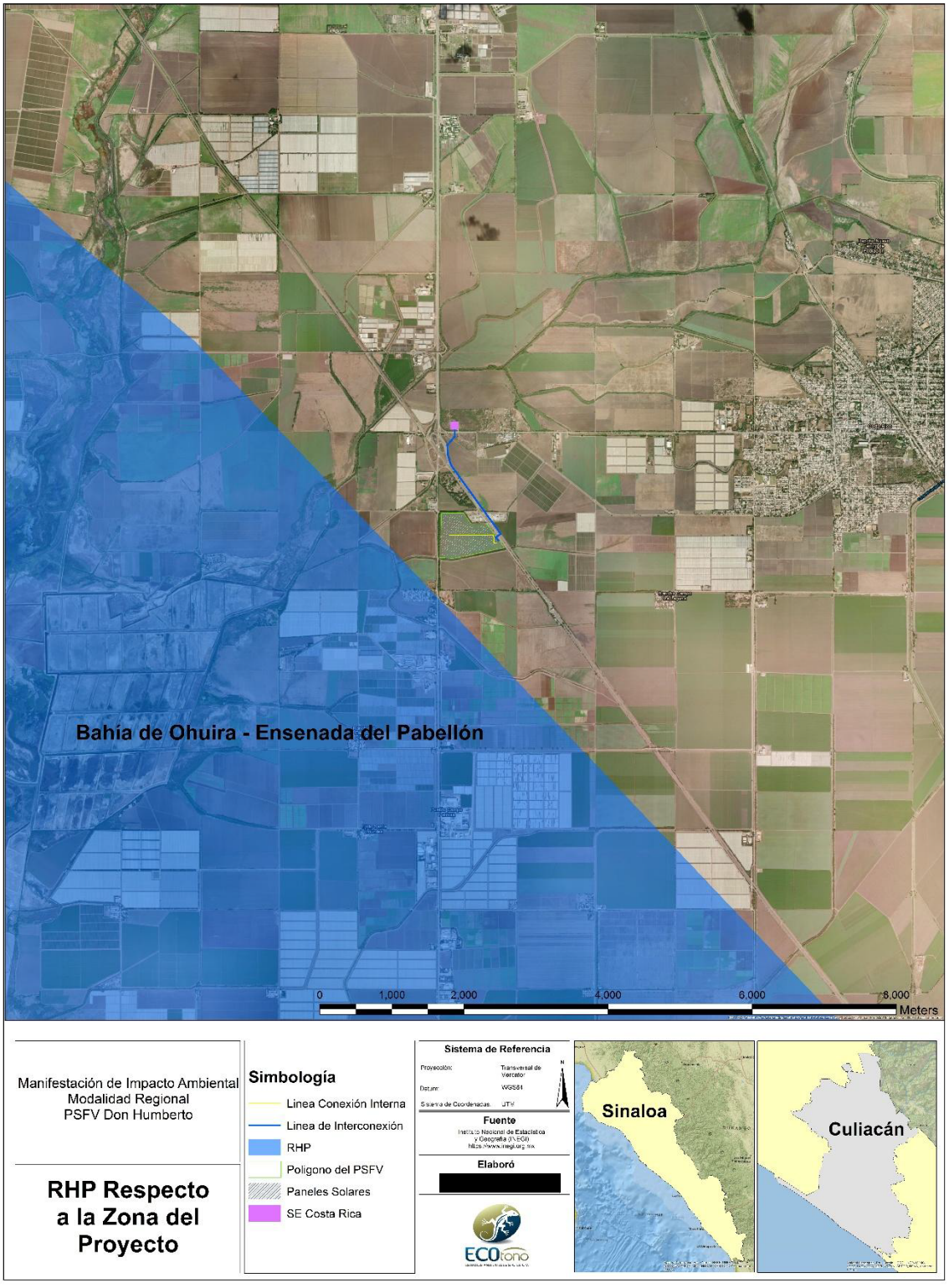


Figura II. 10 RHP cercana a la zona del Proyecto

II.12 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas tienen su origen en las normas técnicas. A partir de 1992 comenzaron a publicarse Normas Oficiales Mexicanas bajo los lineamientos de la Ley Federal de Metrología y Normalización. Las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental y de aprovechamiento sustentable de recursos naturales tienen por objeto:

1) Establecer los requisitos, las especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos.
2) Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente.
3) Estimular o inducir a los agentes económicos a reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable.
4) Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen.
5) Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

Bajo este contexto, la construcción de este proyecto en sus diferentes etapas, como son preparación, construcción y operación generaran afectaciones al sistema con diferente intensidad bajo las siguientes premisas:

- Físico. Contaminación atmosférica, agua, suelo. Generación de residuos peligrosos y ruido.
- Biológico. Contaminación a los recursos naturales y afectación a la flora y fauna.

Para minimizar las afectaciones al sistema, se deben considerar las disposiciones y lineamientos establecidos en las normas oficiales mexicanas, con base en la vinculación que tienen con el proyecto, las cuales se detallan a continuación:

Tabla II. 12 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Agua	
NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	No habrá ningún tipo de descargas a cuerpos de agua nacionales. En relación con los residuos de los sanitarios, se contratará a empresa externa que garantice el manejo adecuado de los residuos de las letrinas portátiles. Debido a la falta de drenaje municipal en el predio, para el adecuado manejo y destinos de aguas residuales, se considera la implementación de fosas sépticas acatando la reglamentación aplicable.

NOM-006-CONAGUA-1997 Fosas sépticas prefabricadas- especificaciones y métodos de prueba.	Se atenderán las especificaciones técnicas de esta norma en los procesos de establecimiento de fosas sépticas prefabricadas en relación con las aguas residuales sanitarias a generarse dentro de la operación del presente proyecto.
Observando que el área donde se pretende realizar el proyecto es de uso agrícola, se destaca la falta de drenaje y alcantarillado municipal, situación que origina la contratación de pipas para el suministro de agua; aunado a lo anterior, se hace mención que en ningún momento serán utilizadas aguas tratadas ni se realizará tratamiento de aguas. Por las razones expuestas en el presente párrafo, son inoperantes las normas NOM-004-CONAGUA-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 y la NOM-003-SEMARNAT-1997, que se mencionan por su importancia, sin embargo, inaplicables en este proyecto.	
Suelo	
NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	En la totalidad del proyecto se implementarán esquemas de prevención a la contaminación del suelo y para el supuesto de una posible contaminación al suelo, se atenderá a lo señalado en la norma que se vincula, así como lo consagrado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.
Residuos	
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	Ambas normas se vinculan de manera conjunta y se acatarán en referencia a los residuos que habrán de generarse durante la realización del proyecto que nos ocupa. Primeramente, se implementará un programa de clasificación de residuos atendiendo a los procedimientos de identificación con base en los listados consagrados en la NOM-052-SEMARNAT-2005. El proyecto contempla un programa de manejo integral de residuos el cual prevé para los residuos peligrosos, el envasado, almacenamiento temporal, recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos
Aire	
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.	Dentro del proyecto se contempla la utilización vehículos automotores con uso de gasolina. En apego a la norma en cita, se deberá de contar con las verificaciones vehiculares vigentes.

NOM-045-SEMARNAT-2017 Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	En caso de ser utilizados vehículos que operan con diésel como combustible, de igual forma serán sometidos a los procedimientos relativos y se operarán en todo momento sin excepción de acuerdo con los límites máximos de emisiones contaminantes permisibles.
Ruido	
NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Si bien, se requerirá el uso de vehículos, maquinaria y equipos que son considerados en la norma que se vincula, en todo momento y preponderantemente en las etapas de mayor utilización de estos se encontrarán durante el tiempo que sean requeridos, en los mejores aspectos de mantenimiento para su operación, obedeciendo en todo momento los límites de emisión de ruido establecidos.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Esta norma se acata, comprometiendo al proyecto a los límites máximos permisibles de emisión de ruidos, aun cuando por su naturaleza no se contempla la generación de ruidos en fuentes fijas.
Flora y fauna	
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.	Parte fundamental de los diversos estudios del presente proyecto son los levantamientos de caracterización biótica del sitio y el Sistema Ambiental Regional. De estos levantamientos, se obtuvieron los listados tanto de la fauna como de la flora presentes en el SP, AI y el SAR. Sin embargo, el proyecto contempla diversas medidas de mitigación entre las que se encuentran los programas de rescate y reubicación de flora y fauna, dándose especial énfasis a especies enlistadas en la NOM-059, en caso de encontrarse.
Protección y seguridad	
NOM-004-STPS-1999 Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	En todo momento se implementarán los sistemas de protección, así como los mecanismos de seguridad, en obediencia a esta Norma Oficial Mexicana en cuanto hace a la maquinaria y equipo necesarios dentro de la etapa de construcción del proyecto.

II.13 Incidencia en Localidades Indígenas

El Proyecto PSFV Don Humberto, se pretende ubicar en el municipio de Culiacán en el estado de Sinaloa, con base en la revisión de información oficial y fuentes públicas disponibles del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, así como de información estadística y territorial del estado de Sinaloa, se identificó que dicho estado cuenta con presencia de población y asentamientos indígenas reconocidos en diversas localidades. Sin embargo, para la localidad específica de Costa Rica y el área directa del proyecto, no se identificaron comunidades indígenas formalmente reconocidas dentro del Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, ni territorios indígenas sujetos a régimen especial de protección.

De igual manera, no se identificaron centros ceremoniales, sitios sagrados, patrimonio cultural indígena, áreas de uso tradicional o infraestructura comunitaria indígena dentro del área de ocupación directa del proyecto o su zona inmediata de influencia.

Con base en lo anterior, se considera que el Proyecto PSFV Don Humberto, no generará impactos directos significativos sobre comunidades indígenas reconocidas, sus derechos colectivos, patrimonio biocultural, usos y costumbres o formas tradicionales de aprovechamiento del territorio.

No obstante, durante las diferentes etapas del proyecto se mantendrá coordinación y atención a cualquier observación o requerimiento emitido por las autoridades competentes, particularmente por el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, en caso de identificarse elementos adicionales de relevancia social o cultural durante el desarrollo del proyecto.

II.14 Anexos

Los anexos correspondientes al presente capítulo son los siguientes:

- Fotografías de la zona del proyecto
- Kmz. archivos shp y csv mencionados en el capítulo 2
- Cartografía UTM, Datum WGS84

El archivo de anexos se denomina Anexos Capitulo 2.

Capítulo III

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

Julio 2026

ÍNDICE DE CONTENIDO

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 6

III.1 Elementos utilizados para la Región Ecológica de acuerdo con las características y alcances del Proyecto 6

III.2 Delimitación del Área de Influencia 17

III.3 Descripción de los Tipos de Uso de Suelo y Vegetación Presentes en la Región Ecológica 20

III.4 Especies Potenciales 24

III.5 Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE) de Flora y Fauna 24
III.5.1 Metodología Muestreos de Flora 25
III.5.1.1 Grado de conservación de la vegetación en la RE 30
III.5.1.2 Distribución de la muestra en el SAR 30
III.5.1.3 Distribución de los muestreos en el AI 32
III.5.1.4 Vegetación del área del proyecto (AP) 34
III.5.2 Metodología Muestreos de Fauna 36
III.5.2.1 Muestreo 36

III.6 Especies de Flora Identificadas en Campo Endémicas o Que se Encuentren en Alguna Categoría de Riesgo Conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 47

III.7 Especies de Fauna Identificadas en Campo Endémicas o Que se Encuentren en Alguna Categoría de Riesgo Conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 50
III.7.1 Análisis de la comunidad 53
III.7.1.1 Análisis de similitud para las comunidades faunísticas entre el área del proyecto, AI y la RE 64

III.8 Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica 67
III.8.1 Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto 67
III.8.1.1 Biótico 67
III.8.1.1.1 Flora 67
III.8.1.1.2 Fauna. 73
III.8.1.2 Abiótico 77
III.8.1.2.1 Clima 77
III.8.1.2.2 Aire 81
III.8.1.2.3 Fisiografía 82
III.8.1.2.4 Geomorfología 86
III.8.1.2.5 Geología 88
III.8.1.2.6 Susceptibilidad a fenómenos naturales 90
III.8.1.2.7 Edafología 93
III.8.1.2.8 Hidrología superficial y subterránea 97
III.8.1.2.9 Aspectos Socioeconómicos 110

III.9 Diagnóstico ambiental 118

III.9.1 Condición ambiental actual de la Región Ecológica 118
III.9.2 Estado de conservación del componente biótico 119
III.9.3 Grado de conservación y deterioro ambiental 120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1 Coordenadas UTM de la Región Ecológica 16
Tabla III. 2 Coordenadas UTM del AI del Parque Fotovoltaico 19
Tabla III. 3 Uso de Suelo y Vegetación de la Región Ecológica 21
Tabla III. 4 Listado de especies potenciales 24
Tabla III. 5Resumen y metodología de muestreos de flora 24
Tabla III. 6 Resumen y metodología de muestreos de fauna 25
Tabla III. 7 Coordenadas de los sitios de muestreo en la RE 30
Tabla III. 8 Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en el AI 32
Tabla III. 9 Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en el Área del proyecto (AP) 34
Tabla III. 10 Coordenadas de los transectos de avistamiento de fauna 41
Tabla III. 11 Localización de los muestreos de fauna con cámaras trampas 44
Tabla III. 12 Lista de especies de flora encontradas 48
Tabla III. 13 Especies de fauna registradas en la RE, AIP y Proyecto 50
Tabla III. 14 Estatus especies registradas en el área de estudio 52
Tabla III. 15 Registro de fauna para los transectos realizados con relación al Proyecto 55
Tabla III. 16 Atributos de la comunidad avifaunística para el área de estudio 57
Tabla III. 17 Especies de aves registradas en el área del proyecto 58
Tabla III. 18 Atributos de la comunidad de mamíferos para el área de estudio 60
Tabla III. 19 Atributos de la comunidad de reptiles para el área de estudio 62
Tabla III. 20 Análisis de similitud entre área de estudio 64
Tabla III. 21 RE con relación a la Provincia Biogeográfica 74
Tabla III. 22 Zoogeografía de las familias de vertebrados que posiblemente se encuentren en la RE 75
Tabla III. 23 Porcentaje de expansión de la RH Culiacán 101
Tabla III. 24 Entidad(es) Federativa(s), municipio(s) y localidad(es) en donde se ubicará el proyecto ... 110
Tabla III. 25 Tipo de localidad urbana o rural en donde se desarrollará el proyecto 112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III. 1 Vista de la zona del proyecto 6
Figura III. 2 Subcuenca hidrológicas con respecto a la zona del proyecto 8
Figura III. 3 Vegetación con respecto a la zona del proyecto 9
Figura III. 4 Escurrimientos cercanos a la zona del proyecto 11
Figura III. 5 Carta topográfica de la zona del proyecto 12
Figura III. 6 Vista de la Región Ecológica delimitada 14
Figura III. 7 Vista de la Región Ecológica delimitada 15
Figura III. 8 Vista del Área de Influencia (AI) del Proyecto 18
Figura III. 9 Uso de Suelo y Vegetación de la Región Ecológica 21
Figura III. 10 Recorridos en campo para la identificación de flora 26
Figura III. 11 Recorridos en campo para la identificación de flora 27
Figura III. 12 Recorridos en campo para la identificación de flora 28
Figura III. 13 Esquema de los sitios de muestreo 30
Figura III. 14 Localización de los sitios de muestreo en la RE 31
Figura III. 15 Sitios de muestreo en el AI 33
Figura III. 16 Vista del AP 34
Figura III. 17 Sitios de muestreo dentro del AP 35
Figura III. 18 Vista de recorridos de los transectos (coordenada del proyecto), avistamiento de aves y toma de fotografías 37
Figura III. 19 Vista de recorridos de los transectos (coordenada del proyecto), avistamiento de aves y toma de fotografías 38
Figura III. 20 Vista de avistamiento de reptiles y el esquema de búsqueda 39
Figura III. 21 Vista de rastro de mamíferos en el área de estudio 39
Figura III. 22 Vista de la colocación de cámaras trampa para el proyecto en cuestión 40
Figura III. 23 Vista de la toma de coordenadas de algunos transectos en el proyecto 42
Figura III. 24 Transectos faunísticos 43
Figura III. 25 Vista de la colocación de cámaras trampa 44
Figura III. 26 Colocación de cámaras trampa 45
Figura III. 27 Vista de la colocación de cámaras trampa 46
Figura III. 28 Vista de la colocación de cámaras trampa 47
Figura III. 29 Curva de acumulación de especies faunísticas para el área de estudio 57
Figura III. 30 Vista de la especie *Buteo plagiatus* 60
Figura III. 31 Vista de huellas de la especie Procyon lotor (Mapache) 61
Figura III. 32 Vista de la zona y las actividades antrópicas en 63
Figura III. 33 Vista de la especie *Urosaurus ornaus* (Lagartija de árbol norteña) 63
Figura III. 34 Vista de las especies *Aspidoscelis communis* (Huico moteado) y *Ctenosaura pectinata* (Iguana Negra de Cola Espinosa) en el AI. 64

Figura III. 35 Vista del predio para el proyecto fotovoltaico Don Humberto y la carretera federal 15D 65
Figura III. 36 Presencia de fauna doméstica en el AP 65
Figura III. 37 Análisis de Cluster entre transectos 66
Figura III. 38 Vista del predio para el proyecto fotovoltaico Don Humberto 66
Figura III. 39 Imágenes de Dron donde se observa el predio sin vegetación 69
Figura III. 40 vegetación presente en el predio donde se realizará el proyecto 70
Figura III. 41 Vegetación presente en la RE 71
Figura III. 42 Fragmentación de la vegetación en el SAR 72
Figura III. 43 Fragmentación de Vegetación 73
Figura III. 44 Clima presente en la RE 78
Figura III. 45 Precipitación media anual presentes en la RE 79
Figura III. 46 Temperatura media anual en la RE 80
Figura III. 47 Imagen de la calidad del aire de la zona de la RE 81
Figura III. 48 Llanura costera del Pacífico 83
Figura III. 49 Provincia sub fisiográfica donde se ubica el proyecto 85
Figura III. 50 Vista de la fisiografía de la zona del proyecto 86
Figura III. 51 Vista satelital en donde se aprecia la zona del proyecto y la RE existente, así como la geomorfología que presenta la zona en estudio 87
Figura III. 52 Unidades Geológicas en la RE y en la zona del proyecto 89
Figura III. 53 Muestra las placas tectónicas y los tipos de fallas que hay en nuestro país 91
Figura III. 54 Regionalización sísmica de la república mexicana 91
Figura III. 55 Situación del proyecto con los volcanes activos 93
Figura III. 56 Edafología presente en la RE 95
Figura III. 57 Región hidrológica respecto a la zona del proyecto 98
Figura III. 58 Cuenca en la zona del proyecto 99
Figura III. 59 RHP con respecto a la zona del proyecto 100
Figura III. 60 Vista de la cuenca hidrológica 102
Figura III. 61 Vista de la zona del proyecto 102
Figura III. 62 Red hidrográfica en la zona del proyecto 103
Figura III. 63 Acuíferos con relación a la zona del proyecto 105
Figura III. 64 Población Culiacán 112
Figura III. 65 Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en Culiacán ... 113
Figura III. 66 Principales causas de inmigración a Culiacán 114
Figura III. 67 Distribución de viviendas particulares habitadas según número de cuartos en 2010 y 2020 115
Figura III. 68 Evolución de la población económicamente activa en Sinaloa 116

III. Descripción De La Región Ecológica Y Señalamiento De La Problemática Ambiental Detectada

III.1 Elementos utilizados para la Región Ecológica de acuerdo con las características y alcances del Proyecto

En este apartado se describen y analizan de manera integral las características de la Región Ecológica (RE) en términos del Artículo 3°, fracción XXXI de la LGEEPA y de la Guía para la presentación de la MIA, publicado en el acuerdo por el que se dan a conocer las medidas de simplificación administrativa aplicadas, se expiden y modifican los formatos de los trámites a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental (SEMARNAT, 2026).

En primera instancia, se delimitó el área de estudio con base en criterios relacionados principalmente con los componentes bióticos y abióticos; posteriormente, se presenta la caracterización ambiental del sitio.

Como ha quedado descrito con mayor amplitud en el capítulo II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, el Proyecto se encuentra en un punto cercano a las localidades de Costa Rica, Colonia Villa Arredondo, Campo Solidaridad, en una zona altamente impactada por las actividades antropogénicas, principalmente el cultivo de maíz y jitomate.



Figura III. 1 Vista de la zona del proyecto

El área de estudio se considera como la unidad mínima de delimitación natural de los ecosistemas que permiten evaluar los impactos derivados del proyecto. Para delimitar y establecer la RE, se tomaron en cuenta las siguientes definiciones:

- Región Ecológica: Unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes (LGEEPA).
- Cuenca hidrológica: Unidad del territorio, normalmente delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas (aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad), en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna y más recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica juntamente con los acuíferos constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas (LAN).
- Tipo de Vegetación.
- Programa de Ordenamiento General del Territorio

De manera complementaria, se consideró el enfoque territorial del Programa Nacional de Microcuencas (Casillas González, 2009), el cual reconoce a la microcuenca como unidad de gestión para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la provisión de servicios ambientales. Asimismo, se retoma el marco legal que establece a la cuenca, subcuenca y microcuenca como unidades fundamentales para la planeación del desarrollo sustentable.

Para delimitar la Región Ecológica (RE) en este estudio se utilizó un sistema de información geográfica (SIG), con el programa (ArcGIS 10.3), siguiendo los siguientes pasos:

- **Criterio 1**

Se llevó a cabo la sobreposición del Proyecto con la capa de subcuencas hidrológicas, a efecto de analizar si dicha definición es compatible con el alcance de las obras en términos de la representatividad eco – sistémica espacial y poder tomar como referencia dicha zonificación como criterio para la definición.

El Proyecto se localiza en la subcuenca denominada Río Culiacán, bajo este contexto, la superficie de las microcuencas resulta demasiado grande en comparación con el proyecto, por tal motivo se utilizó parte del parteaguas de la subcuenca como delimitante de la Región Ecológica (RE).



Figura III. 2 Subcuenca hidrológicas con respecto a la zona del proyecto

- **Criterio 2**

Se observó el tipo de vegetación de acuerdo con las capas que se tienen de INEGI Serie VII, el Proyecto se encuentra dentro de una zona reportada como de agricultura de riego.



Figura III. 3 Vegetación con respecto a la zona del proyecto

Debido a que la zona delimitada por el tipo de vegetación es demasiado extensa, no se puede considerar este único elemento para la delimitación de la Región Ecológica, por lo que solamente se tomara como base el tipo de vegetación reportado en la zona, pero no es el único elemento en consideración.

- **Criterio 3**

Se utilizaron elementos de la fisiografía, principalmente a los escurrimientos descritos en el simulador de flujos de agua de cuencas (SIATL), ya que el Proyecto se localiza en una zona de planicie en la zona de Llanuras costera y delta de Sonora y Sinaloa.

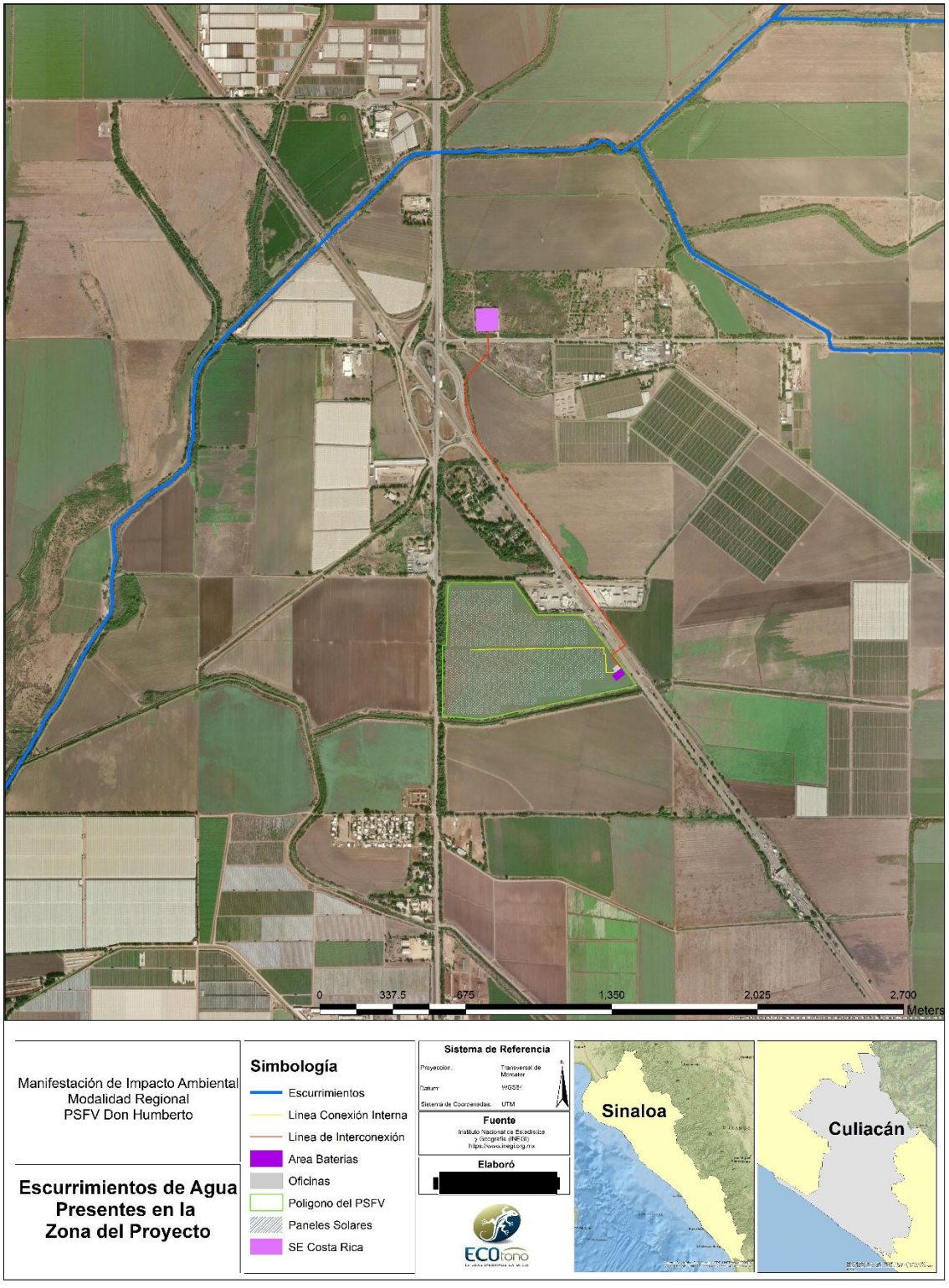


Figura III. 4 Escurrimientos cercanos a la zona del proyecto

- **Criterio 4**

Se utilizaron elementos de la carta topográfica, como vialidades, canales y zonas urbanas.

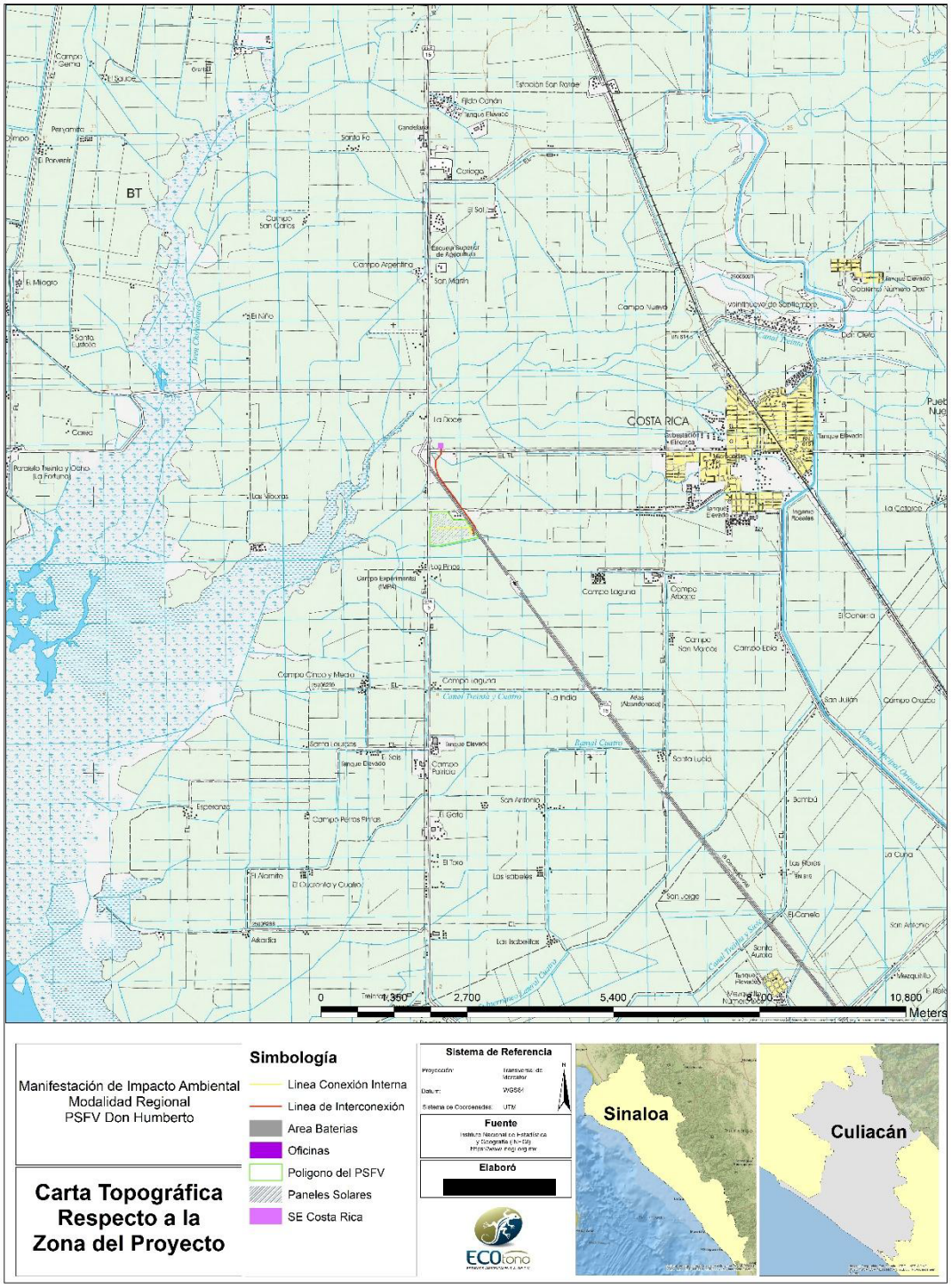


Figura III. 5 Carta topográfica de la zona del proyecto

La delimitación de la RE se realizó considerando límites a nivel de regiones hidrológicas, cuencas, subcuencas, provincia florística y regiones económicas como unidades ambientales mínimas funcionales, generaría un análisis en extensivo, tomando en consideración el tipo de proyecto y las obras a realizar.

Asimismo, la delimitación se realizó mediante el establecimiento de los siguientes criterios:

- Topográficos
- Curvas de nivel a una altitud de 400 y 500 m
- Hidrológicos a nivel local
- Infraestructura vial (caminos de terracería y veredas)
- Área de influencia del Proyecto
- Tipos de vegetación
- Cuencas Hidrológicas

La Región Ecológica tiene una superficie total de 4,833 ha; y se encuentra inmerso dentro del municipio de Culiacán en el estado de Sinaloa.

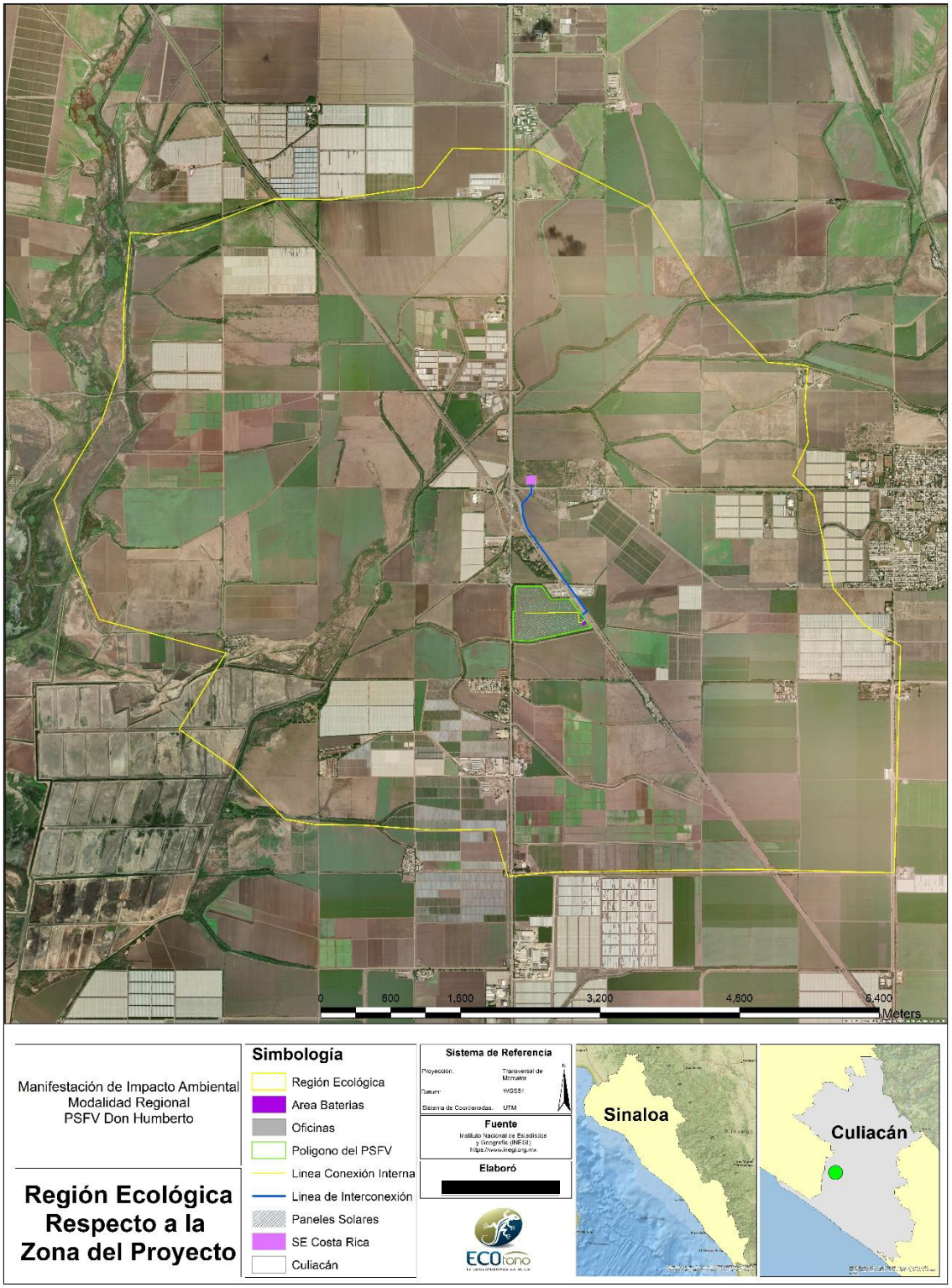


Figura III. 6 Vista de la Región Ecológica delimitada



Figura III. 7 Vista de la Región Ecológica delimitada

Es importante mencionar, que dentro Región Ecológica del Proyecto se encuentran representados todos los factores biológicos, ecológicos, físicos, sociales y económicos, que pudieran verse afectados de manera positiva y negativa por su desarrollo y que, a su vez prevenidos y mitigados, para evitar el deterioro de la RE.

Es importante señalar que la zona del Proyecto, se encuentra en un grado de naturalidad bajo, impactado por las actividades antropogénicas del hombre, con presencia de amplios terrenos de cultivo, la vegetación se encuentra altamente fragmentada, que si bien, existe fauna, esta zona en particular no funciona como un corredor de especies importantes, que seguramente con el paso del tiempo han tenido que migrar a zonas más conservadas, el predio para la central de generación se encuentra rodeado de barreras naturales, como lo son los cercos de vegetación, la cual forma un medio de contención natural.

A continuación, se muestran las coordenadas UTM Zona 13 de la RE.

Tabla III. 1 Coordenadas UTM de la Región Ecológica

Coordenadas UTM Zona 13 Región Ecológica (RE)		
Vértice	**X**	**Y**
0	253964.055	2724677.85
1	254551.629	2723718.15
2	255160.16	2723048.72
3	255584.761	2723002.54
4	255544.767	2722590.31
5	255575.999	2722214.08
6	255408.755	2721867.15
7	255622.313	2721649.43
8	255809.49	2720691.23
9	256129.379	2720297.37
10	256501.747	2720078.31
11	256395.5	2717723.27
12	254939.395	2717785.2
13	252879.127	2717794.78
14	252358.989	2717757.23
15	252224.788	2718249.19
16	251591.145	2718249.31
17	250871.401	2718315.08
18	250356.843	2718331.27
19	250040.791	2718392.27
20	249516.421	2718940.84
21	248957.788	2719344.24
22	249461.722	2720128.55
23	248144.757	2720501.45
24	247878.349	2721134.16
25	247695.561	2721750.19
26	248046.131	2722312.24
27	248205.926	2722558.04

28	248440.921	2723207.05
29	248461.298	2723721.44
30	248542.96	2724515.4
31	248810.289	2724488.91
32	249203.64	2724529.04
33	250046.988	2724835.79
34	250653.378	2724816.12
35	251590.221	2724932.45
36	251923.034	2725329.16
37	252769.805	2725297.92
38	253964.055	2724677.85

III.2 Delimitación del Área de Influencia

El Área de Influencia (AI) se define como el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en la Región Ecológica, y que alterará algún elemento ambiental. Los criterios usados para determinar el AI fueron:

1. Polígono que delimita el proyecto, teniendo en cuenta que es el área donde se pretenden realizar las obras civiles y otras actividades, pudiendo manifestar impactos sobre los componentes establecidos.
2. El proyecto y sus actividades, incluyendo su infraestructura asociada. El emplazamiento de la infraestructura del Proyecto y de sus obras asociadas, determina áreas a intervenir de manera directa sobre las cuales puede preverse la generación de impactos.
3. Las áreas previstas a ser intervenidas con el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales (captaciones, vertimientos, ocupaciones de cauce, zonas de material de préstamo, emisiones atmosféricas), en donde pueden preverse impactos sobre los medios.
4. La manifestación de los impactos ambientales significativos.

En vista de que el Proyecto solo pretende la construcción de un Parque fotovoltaico y una línea de interconexión a una subestación existente, el área de influencia del proyecto (AI) corresponderá a una zona alrededor de la línea de interconexión a 200 m que es donde tendrá influencia directa el desarrollo del Proyecto y así mismo para el caso del polígono donde se llevará a cabo la planta fotovoltaica. Esto de acuerdo a los trabajos y magnitud del proyecto

En este sentido el AI, conforme a la siguiente figura, además de anexan las coordenadas del polígono del AI., para contar con una superficie 152 ha.

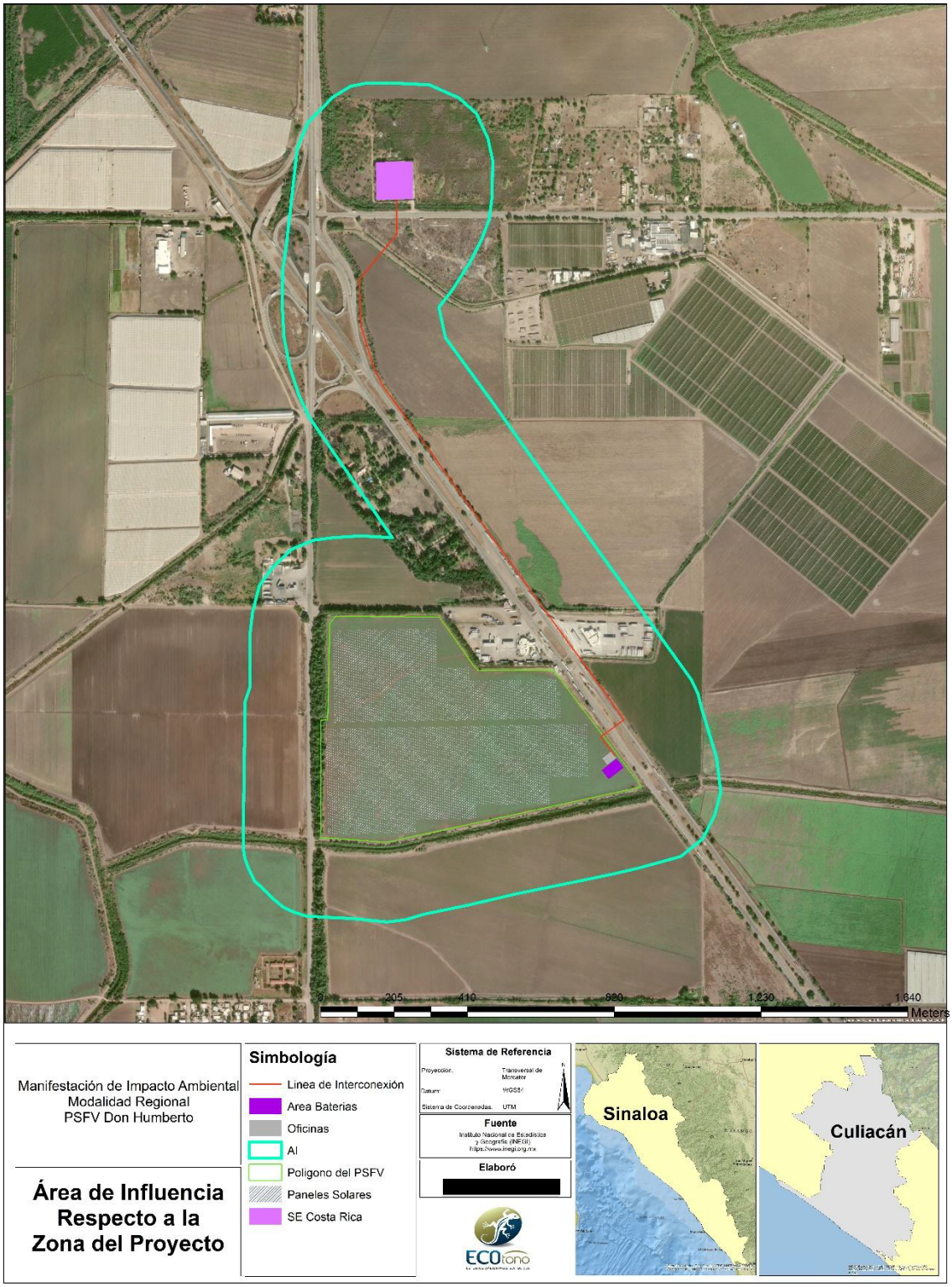


Figura III. 8 Vista del Área de Influencia (AI) del Proyecto

Tabla III. 2 Coordenadas UTM del AI del Parque Fotovoltaico

Coordenadas UTM Zona 13 Área de Influencia		
Vértice	**X**	**Y**
0	252295.368	2720782.14
1	252314.313	2720850.92
2	252347.994	2720895.14
3	252396.779	2720940.48
4	252453.184	2720963.01
5	252500.948	2720968.39
6	252574.516	2720971.72
7	252654.528	2720965.48
8	252448.405	2721274.63
9	252423.874	2721327.88
10	252401.24	2721402.28
11	252388.144	2721475.52
12	252385.197	2721554.12
13	252387.778	2721650.55
14	252396.592	2721700.25
15	252430.305	2721955.42
16	252457.533	2722018.63
17	252522.457	2722082.5
18	252568.221	2722109.34
19	252609.912	2722116.65
20	252694.708	2722114.35
21	252768.37	2722109.53
22	252843.059	2722075.18
23	252886.934	2722034.76
24	252915.068	2721971.26
25	252926.592	2721914.11
26	252922.32	2721819.25
27	252914.648	2721767.52
28	252894.726	2721716.38
29	252862.518	2721656.39
30	252817.582	2721589.44
31	252782.862	2721546.45
32	252798.441	2721468.54
33	252918.821	2721298.1
34	253060.26	2721091.58
35	253408.117	2720592.62
36	253423.842	2720557.15

37	253431.284	2720524.81
38	253468.383	2720393.5
39	253477.483	2720308.07
40	253460.969	2720249.84
41	253429.332	2720189.65
42	253373.085	2720146.66
43	253269.045	2720119.94
44	253202.791	2720105.67
45	253103.764	2720086.98
46	252958.416	2720060.29
47	252825.662	2720032.01
48	252719.343	2720012.38
49	252671.567	2719999.13
50	252624.113	2719993.83
51	252536.627	2720004.21
52	252473.262	2720008.62
53	252416.637	2720012.85
54	252384.458	2720024.35
55	252359.026	2720037.01
56	252331.071	2720061.71
57	252305.783	2720087.74
58	252288.425	2720104.24
59	252272.649	2720138.14
60	252264.846	2720162.52
61	252262.373	2720180.07
62	252261.443	2720211.09
63	252273.019	2720558.65
64	252285.776	2720594.64
65	252287.667	2720724.85
66	252295.368	2720782.14

III.3 Descripción de los Tipos de Uso de Suelo y Vegetación Presentes en la Región Ecológica

De acuerdo al Sistema de Información sobre la Biodiversidad (SNIB) 2020, empleando los mapas de INEGI escala 1:150000, serie VII, en la Región Ecológica del proyecto se encuentran los siguientes tipos de vegetación.

Tabla III. 3 Uso de Suelo y Vegetación de la Región Ecológica

Clave	Descripción	Área Ha	Porcentaje
RA	Agricultura de Riego Anual	4795.55	99.225
VHH	Vegetación Halófila Hidrófila	3.76	0.077
VT	Tular	33.69	0.698
	Total	**4833**	**100%**

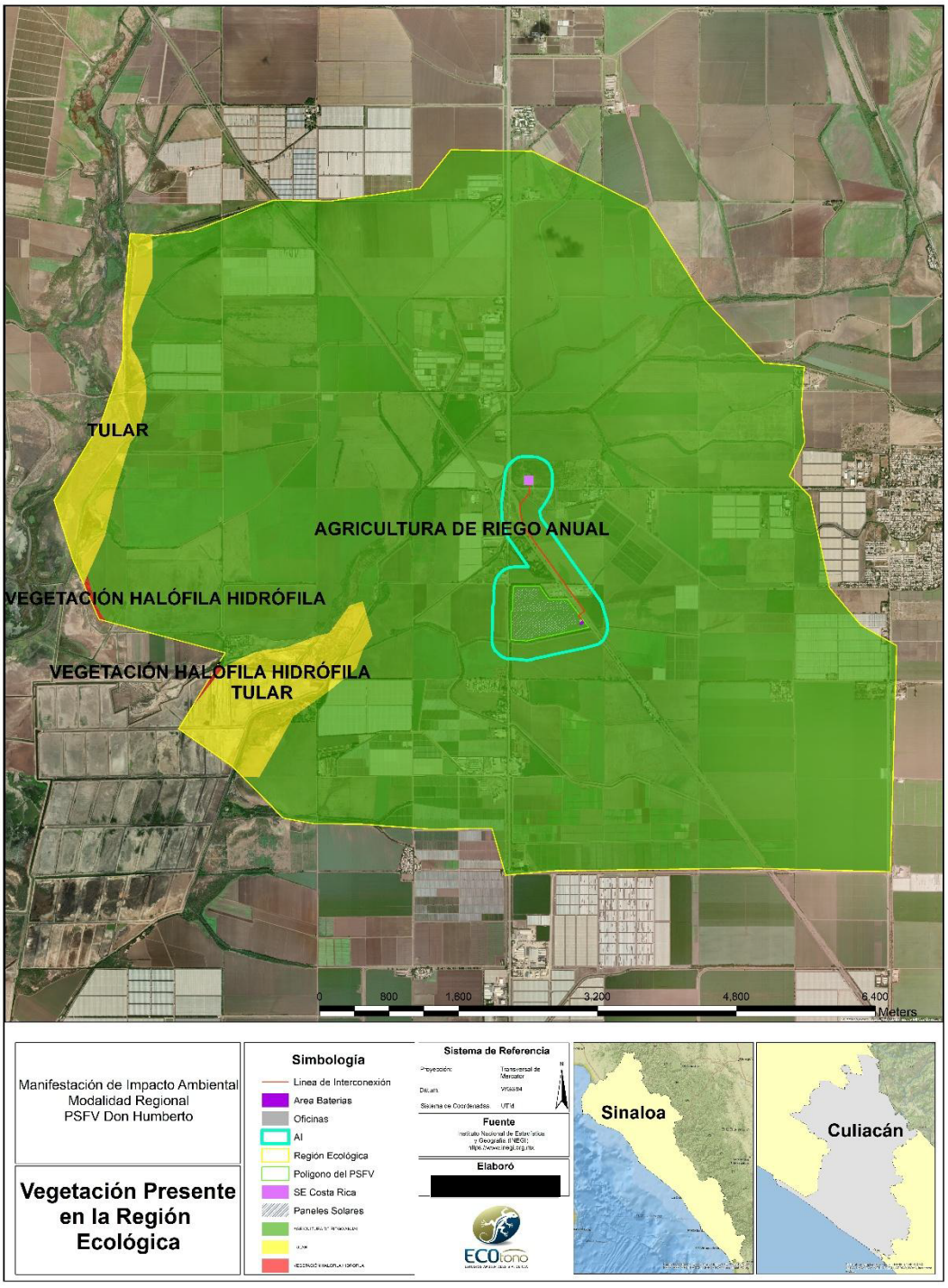


Figura III. 9 Uso de Suelo y Vegetación de la Región Ecológica

A continuación, se presenta una breve descripción de los usos de suelo y vegetación presentes en la RE, dicha descripción está basada e Guía para la interpretación de cartografía de uso del suelo y vegetación, escala 1:100000, serie VII de INEGI (2015) y otras fuentes indicadas en el mismo.

- **Vegetación Halófila Hidrófila**

En Sinaloa, la vegetación halófila hidrófila se desarrolla principalmente en la llanura costera inundable, esteros, lagunas costeras y marismas salinas que reciben aportaciones constantes de agua marina y continental. Clasificada formalmente por el INEGI dentro del grupo de la vegetación hidrófila, destaca por su fisonomía de un solo estrato herbáceo bajo y denso.

Distribución Geográfica en Sinaloa

- Zona Sur (Escuinapa y Rosario): Su máxima expresión ocurre en el subsistema sinaloense de Marismas Nacionales (delimitado al norte por el Río Baluarte), un humedal clave de relevancia internacional.
- Zona Centro (Culiacán y Navolato): Se distribuye de forma notable en las inmediaciones costeras de localidades como la Península de Villamoros, La Higuera, Cospita, el Ejido Culiacán y el sistema lagunar Huizache-Caimanero.
- Zona Norte (Mazatlán hacia Ahome): Aparece en microcuencas estuarinas como el Estero del Yugo y las bahías de Topolobampo, donde colinda directamente con el manglar y dunas costeras.

Composición Florística y Especies Clave

De acuerdo con registros ecológicos de la CONABIO y estudios en la región, esta comunidad está dominada por plantas perennes, suculentas (crasas) y pastos rígidos rizomatosos:

Géneros suculentos halófitos: Dominan especies de Salicornia (*vidrillo*), *Suaeda* (quelite de sal) y Batis marítima, las cuales acumulan agua en sus tejidos para tolerar la salinidad extrema. Pastizales halófilos asociados: Destacan gramíneas altamente resistentes como el pasto salado (*Distichlis spicata*) y especies de *Spartina*. Elementos hidrófilos emergentes: En zonas con mayor influencia de agua dulce o menor salinidad en el suelo se asocian plantas como el tular (*Typha latifolia*) y juncos (*Juncus spp*.).

Condiciones Ecológicas e Impacto Ambiental

El suelo predominante es de tipo Solonchak, caracterizado por texturas finas, drenaje deficiente y altas concentraciones de sales debido a las inundaciones periódicas del mar.

Actualmente, este ecosistema en Sinaloa enfrenta serias amenazas debido a las modificaciones antrópicas. La alteración de los flujos de agua dulce por presas, la apertura de canales y, de manera muy drástica, el cambio de uso de suelo para la construcción de granjas camaroneras y desarrollos inmobiliarios, han fragmentado y deteriorado gravemente

- **Tular**

El tular es una comunidad vegetal densa, alta y herbácea que se desarrolla en terrenos inundados de manera permanente o estacional. A diferencia de la vegetación halófila costera, el tular sinaloense se asocia primordialmente con cuerpos de agua dulce o de baja salinidad (salobre). Alcanza alturas notables de entre 1.5 y 3 metros, conformando un manto verde impenetrable a la vista.

Composición Florística en Sinaloa

Según las fichas ecológicas de la CONABIO, este ecosistema está dominada casi en su totalidad por una sola especie: Especie Dominante: El tule o espadaña (*Typha domingensis*). Es una hierba perenne de hojas delgadas y largas con inflorescencias cilíndricas de color marrón, popularmente conocidas como "colas de gato". Especies Asociadas: Se mezcla frecuentemente con juncos (*Schoenoplectus americanus*), carrizos (*Phragmites australis*) y diversas plantas de la familia *Cyperaceae.*

Hábitat y Distribución Regional

En Sinaloa, el tular prospera en áreas con poca corriente y profundidades que no superan el metro y medio: Valles Agrícolas (Culiacán, Guasave, Ahome): Ha encontrado un hábitat artificial masivo en los canales de riego y drenes agrícolas. La constante escorrentía de agua con fertilizantes favorece su crecimiento explosivo. Zona Estuarinas y Lagunares: En los márgenes interiores de sistemas como la Bahía de Santa María o las marismas del sur, justo donde los ríos aportan agua dulce antes de mezclarse con el mar.

Importancia Ecológica

El Impacto Positivo: Actúan como un potente filtro biológico natural. Retienen sedimentos y absorben el exceso de agroquímicos del agua antes de que lleguen al océano. Además, son sitios críticos de anidación y refugio para aves acuáticas residentes y migratorias. El Problema como Maleza: Debido al exceso de nutrientes agrícolas, el tule se vuelve una planta invasiva en canales de Sinaloa. Obstruye el flujo hidráulico de los drenes, obligando a las autoridades a realizar constantes limpiezas mecánicas o a investigar métodos de control microbiológico con hongos nativos para frenar su expansión.

- **Uso de Suelo**

La Agricultura de Riego Anual no es un tipo de vegetación natural, sino una categoría de uso de suelo y cobertura antrópica en cartografías oficiales como las de INEGI. Indica terrenos donde la vegetación original fue removida por completo para sembrar cultivos de ciclo corto que se riegan de forma artificial.

Características Principales

- Modificación total: La flora nativa desaparece para dar paso a parcelas sembradas por la mano humana.
- Ciclo anual: Los cultivos se siembran, crecen y se cosechan en un periodo menor a un año, por lo que el terreno queda temporalmente sin cubierta vegetal o se vuelve a sembrar.
- Aporte hídrico: Depende de infraestructura hidráulica (canales, pozos o sistemas presurizados) para suministrar agua fuera de la temporada de lluvias.

Este tipo de uso de suelo comprende el 99% de la RE, esto demuestra que la zona donde se desarrolla el proyecto se encuentra altamente impactada y las comunidades forestales han prácticamente desaparecido.

III.4 Especies Potenciales

A continuación, se anexa el listado potencial con las especies de flora y fauna para la zona de Culiacán, de acuerdo con la información disponible.

Tabla III. 4 Listado de especies potenciales

Flora	Listado de Flora para la zona – Anexo 1
Fauna	Listado de Flora para la zona – Anexo 1

III.5 Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE) de Flora y Fauna

Resumen de los muestreos:

Tabla III. 5Resumen y metodología de muestreos de flora

Flora								
	Tipos (aleatorio, simple, sistemático, otro)	Métodos (transecto, lineal, área puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad (Perenne o estacional)	Comunidad (Acuática o terrestre)
RE	Sistemático estratificado	Área (parcelas)	4	Diurno	Invierno/Verano	4,5,6 de febrero 2026/14,15,26 de Julio de2026	Ambas	Terrestre
AI	Sistemático estratificado	Área	4	Diurno	Invierno/Verano	4,5,6 de febrero 2026/14,15,26 de Julio de2026	Ambas	Terrestre
AP	Aleatorio	Área	4	Diurno	Invierno/Verano	4,5,6 de febrero 2026/14,15,26 de Julio de2026	Ambas	Terrestre

Tabla III. 6 Resumen y metodología de muestreos de fauna

Fauna								
	Tipos (aleatorio, simple, sistemático, otro)	Métodos (transecto, lineal, área puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad (Perenne o estacional)	Comunidad (Acuática o terrestre)
RE	Sistemático estratificado	Área (parcelas)	4	Diurno	Invierno/Verano	4,5,6 de febrero 2026/14,15,26 de Julio de2026	Ambas	Terrestre
AI	Sistemático estratificado	Área	4	Diurno	Invierno/Verano	4,5,6 de febrero 2026/14,15,26 de Julio de2026	Ambas	Terrestre
AP	Aleatorio	Área	4	Diurno	Invierno/Verano	4,5,6 de febrero 2026/14,15,26 de Julio de2026	Ambas	Terrestre

III.5.1 Metodología Muestreos de Flora

Para conocer la composición florística del Área del proyecto (AP), LA AI y la RE, se realizaron recorridos de campo y muestreos forestales, con lo que se puede tener un panorama de las características principales de la flora presente, misma que en los siguientes párrafos se describe.

Se presenta la lista florística de las especies registradas a lo largo del Proyecto, los muestreos se realizaron en los meses de noviembre y diciembre, todavía se presentaban lluvias en la zona. Se incluyen nombres científicos y comunes de cada una de las especies encontradas.

Para la identificación de la flora existente en el AP, se realizaron recorridos en campo, tomando fotografías y llevando a cabo muestreos forestales, se hicieron colectas de flora, se identificaron en laboratorio y en herbarios

Para determinar los diferentes usos de suelo y/o vegetación que se desarrollan en las superficies que serán utilizadas para el desarrollo del Proyecto, se consideraron los siguientes pasos:

Revisión de información en las superficies específicas

Se utilizó una imagen de satélite de alta resolución para realizar una clasificación no supervisada de las asociaciones vegetales y los usos de suelo; en todas y cada una de las áreas que forman parte de las superficies consideradas para el proyecto.

Recorridos de campo

Apoyados de GPS Garmin, se realizaron recorridos por las superficies para confirmar, y determinar la existencia o no de diferentes asociaciones vegetales y usos de suelo en cada una de las fracciones de terreno consideradas (Clasificación supervisada).



Figura III. 10 Recorridos en campo para la identificación de flora



Figura III. 11 Recorridos en campo para la identificación de flora

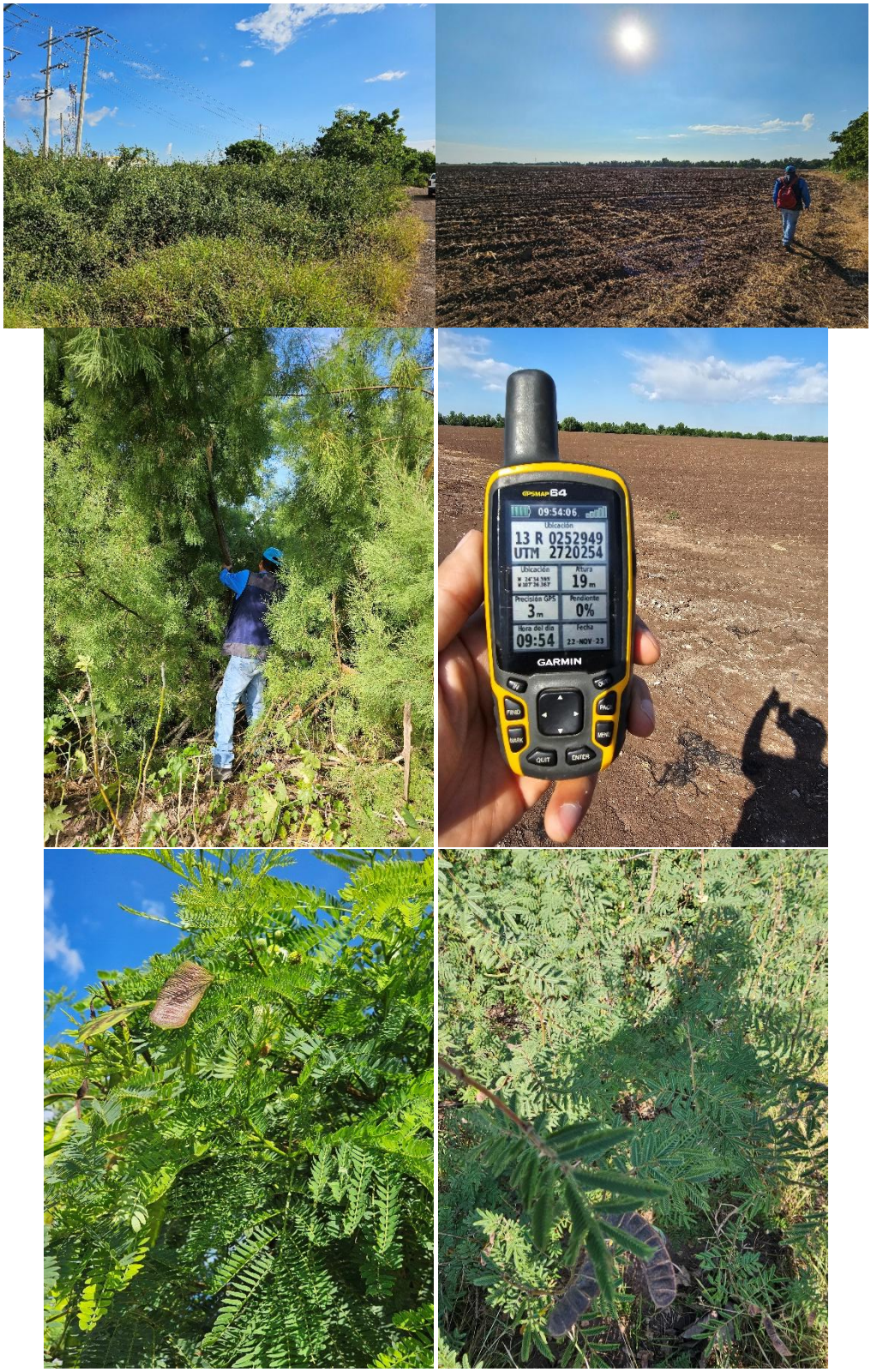


Figura III. 12 Recorridos en campo para la identificación de flora

Levantamiento de información florística

Finalmente, se levantaron sitios de muestreo en campo para obtener información sobre las características de la estructura y composición de cada uno de los tipos de vegetación identificados en las superficies necesarias para la construcción del proyecto en cuestión.

Características del muestreo

Para el levantamiento de la información de campo se diseñó un sistema de muestreo dirigido sobre las superficies cubiertas con vegetación; los sitios se distribuyeron al azar y se determinaron que fueran 12 muestreos.

Se realizaron 4 muestreos en la zona del proyecto, 4 para el AIP y 4 más en la RE. Los muestreos forestales permiten obtener información sobre las características cualitativas y cuantitativas de la vegetación de un área determinada, sin necesidad de recórrela toda en su totalidad. Esto se logra analizando la información contenida en una muestra, extraída de la población. La cantidad de información que la muestra aporta depende de su tamaño y de la variabilidad que hay entre los elementos de la población, en cuanto a la característica o variable de interés.

Se realizó un muestreo al azar, el muestreo simple al azar es el método fundamental de selección y todos los otros procedimientos de muestreo probabilístico son realmente modificaciones que pretenden lograr mayor economía o precisión. El muestreo simple al azar requiere que todas las posibles combinaciones de las n (tamaño de muestra) unidades muestrales tengan una probabilidad igual de ser elegidas entre la población de N (tamaño de la población).

Se realizaron sitios circulares con un radio de 12.6 m, que abarca una superficie de 500 m2 para el estrato arbóreo, arbustivo, trepadoras, Epífitas y Renuevo; para el estrato herbáceo se ubicó 1 cuadro con superficie de 1 m2 dentro del sitio de 500 m2 como se ilustra en la siguiente figura.

Para la caracterización de las asociaciones vegetales presentes en el AIP, RE y el AP, se recurrió a información bibliográfica, recorridos de campo para el reconocimiento de la vegetación y a la recolección de ejemplares botánicos.

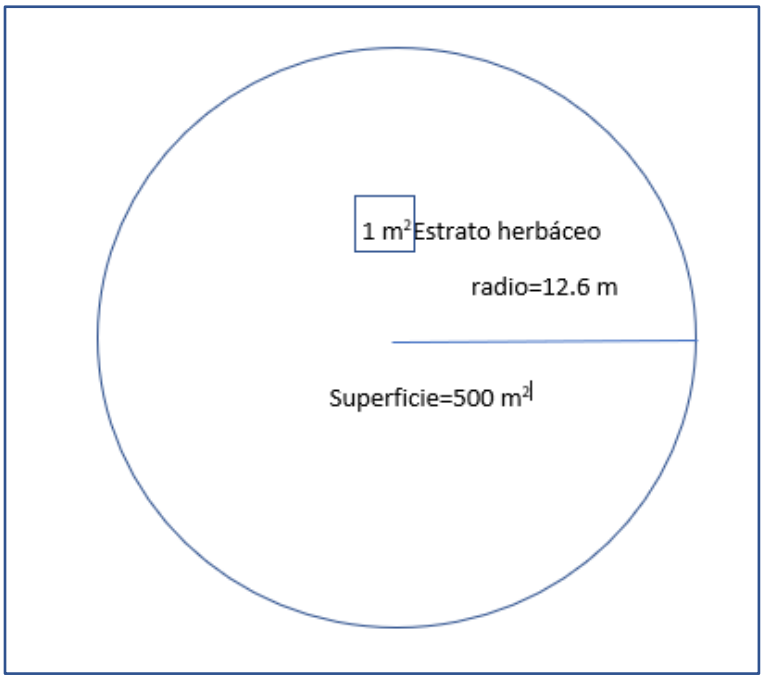


Figura III. 13 Esquema de los sitios de muestreo

III.5.1.1 Grado de conservación de la vegetación en la RE

La vegetación de la RE se encuentra degradada, ya que se encuentra constantemente bajo la presión de factores antrópicos, como la agricultura y la mancha urbana. Las áreas que presenta mayor grado de degradación son las zonas cercanas a caminos y al área de asentamientos humanos.

III.5.1.2 Distribución de la muestra en el SAR

Las coordenadas de los sitios de muestreo se presentan en la tabla siguiente. Las coordenadas se obtuvieron en el sistema de proyección UTM (Universal Transversal of Mercator), teniendo como Datum de Referencia el sistema WGS 84 obtenidas con un GPS Garmin, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla III. 7 Coordenadas de los sitios de muestreo en la RE

Sitio	Coordenadas UTM 13 Q	
	X	Y
1	251864	2723730
2	248323	2721877
3	250332	2719472
4	255488	2721659

En el siguiente mapa se ilustra la distribución geográfica de los sitos de muestreo realizados en la RE.

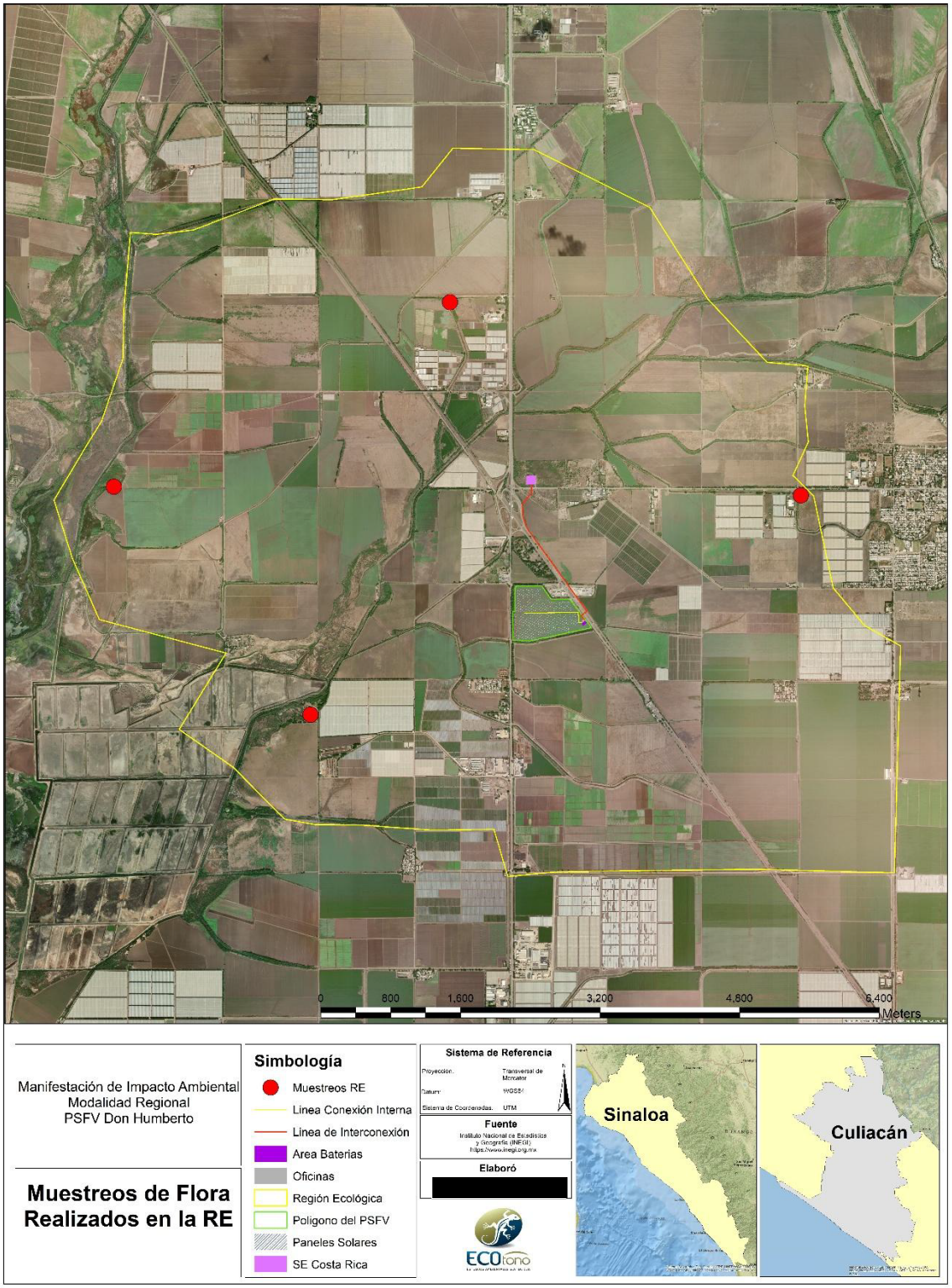


Figura III. 14 Localización de los sitios de muestreo en la RE

III.5.1.3 Distribución de los muestreos en el AI

La vegetación del AI se encuentra mejor conservada que la de la RE, principalmente por la cercanía a caminos de la comunidad y también debido a que se encuentra aledaña a los campos de cultivos agrícolas.

Con la finalidad de caracterizar la vegetación presente en dicha área, se realizaron 4 muestreos de las mismas dimensiones que los realizados en la RE, las coordenadas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla III. 8 Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en el AI

Sitio	Coordenadas UTM 13 Q	
	X	Y
1	252699	2721976
2	252778	2720901
3	252455	2720584
4	252450	2720052

En el siguiente mapa se muestra la distribución geográfica de los sitios de los sitios de muestreo dentro del AI, donde también se realizaron 4 muestreos.

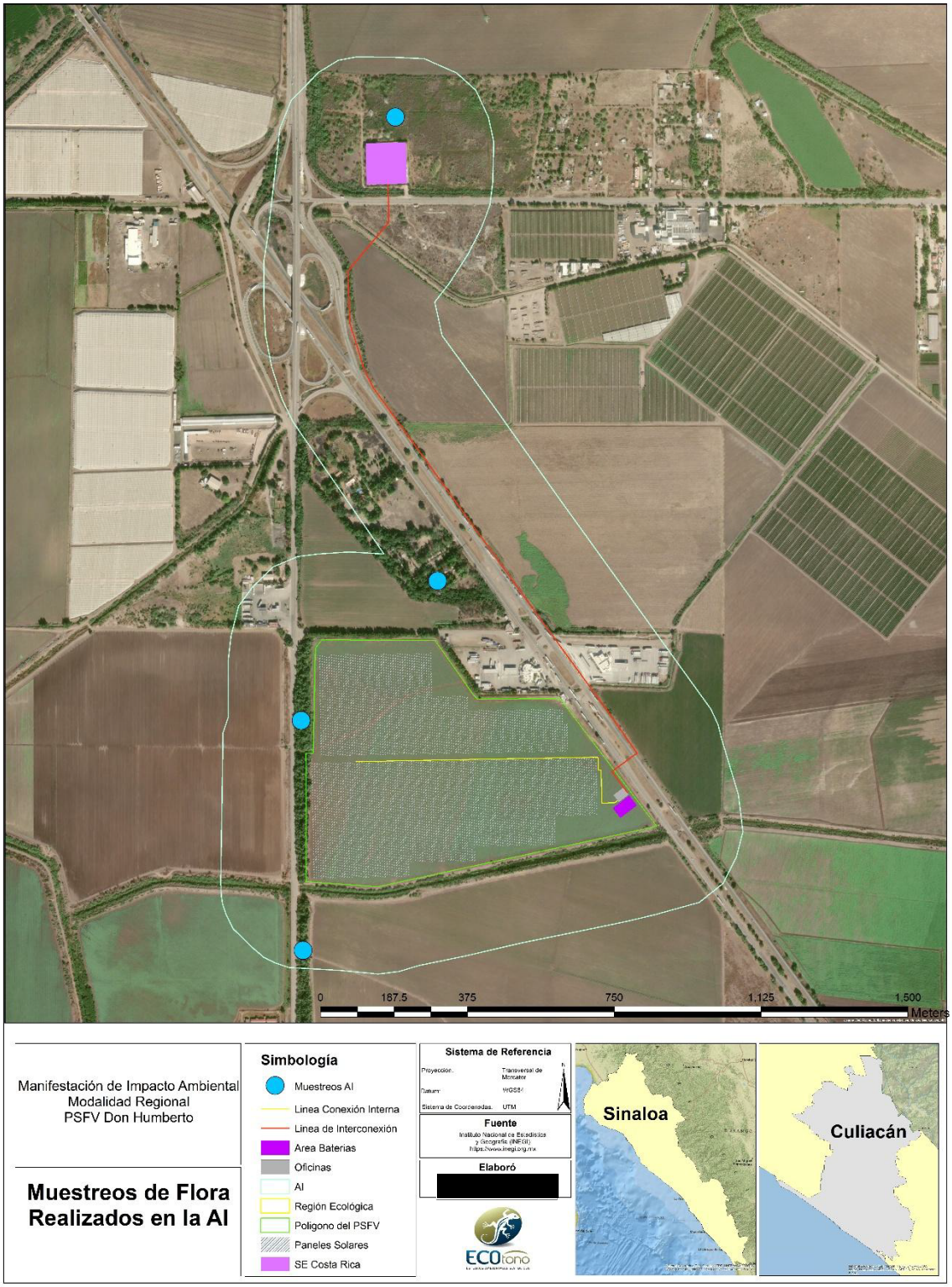


Figura III. 15 Sitios de muestreo en el AI

III.5.1.4 Vegetación del área del proyecto (AP)

De acuerdo con los recorridos de campo y los muestreos de flora se determinó que el tipo de vegetación que existe a lo largo del proyecto en su totalidad es vegetación de agricultura de riego.



Figura III. 16 Vista del AP

Con la realización del proyecto no se afectará vegetación de ningún tipo, ya que no existe vegetación de ningún tipo. La vegetación que se encuentra dentro del AP tiene un alto grado de impacto, se ha visto afectado principalmente por el crecimiento de la superficie que los pobladores utilizan para cultivo agrícola.

Se realizaron 4 sitios de muestreo en el área de afectación del proyecto, con el fin de conocer su estructura y composición. Las coordenadas UTM se muestran en la siguiente tabla.

Tabla III. 9 Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en el Área del proyecto (AP)

Sitio	Coordenadas UTM 15 Q	
	X	Y
1	252669	2721726
2	252963	2720891
3	252704	2720579
4	252821	2720307

En el siguiente mapa se muestra la localización geográfica de los sitios de muestreo realizados dentro del AP.

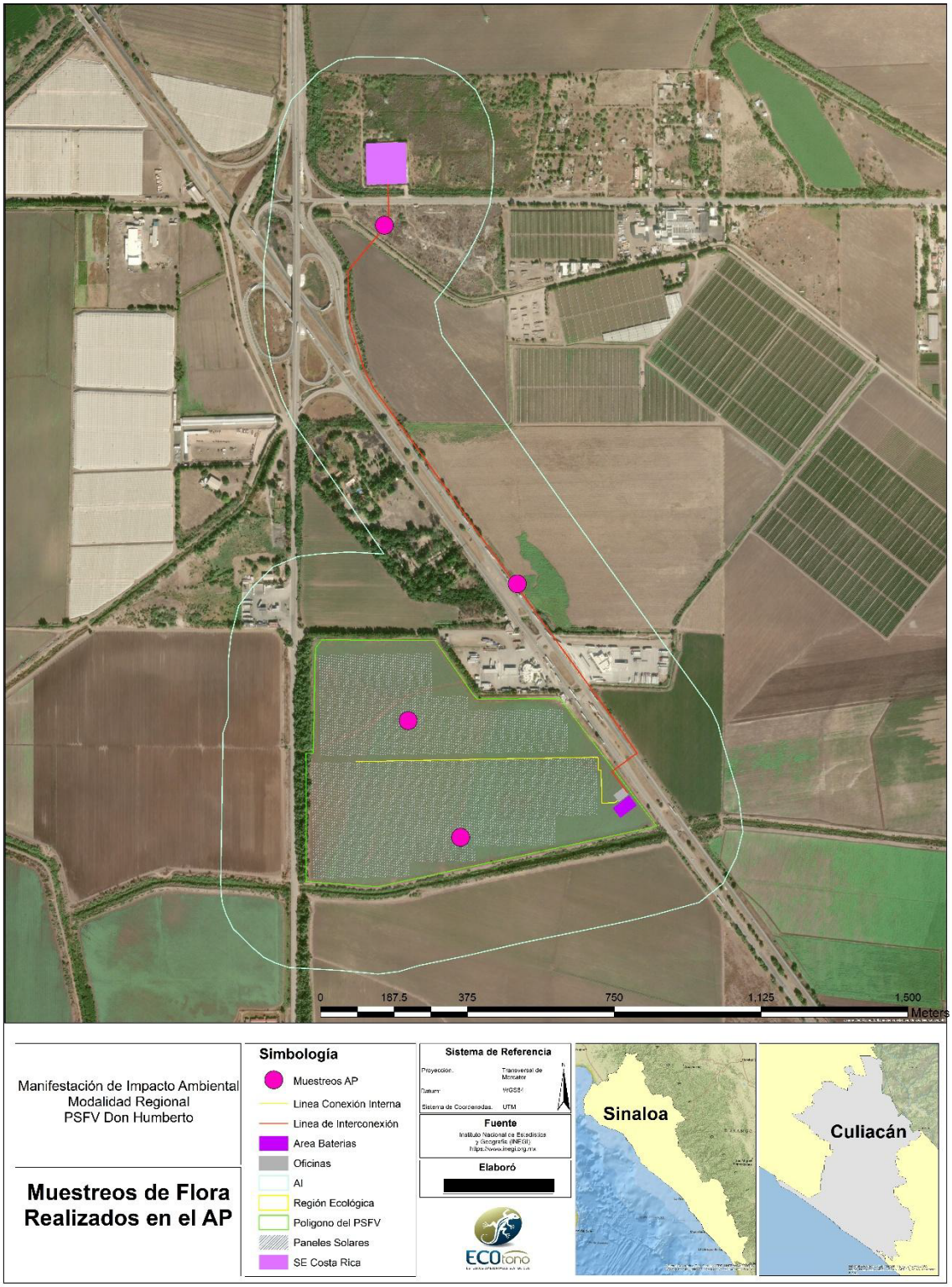


Figura III. 17 Sitios de muestreo dentro del AP

III.5.2 Metodología Muestreos de Fauna

Los métodos de monitoreo empleados en el estudio fueron formulados y ejecutados en función del diseño de muestreo, la etología de la fauna y de las condiciones presentes en el sitio (explícitamente las condiciones de preservación o perturbación ubicadas con relación al AP, AIP y RE. Así pues, los métodos de monitoreo elegidos para dicho fin se basaron en directos e indirectos.

Observación

Las técnicas de observación permiten realizar censos o monitoreo de los individuos que se encuentran en el sitio de estudio, siempre y cuando el total del área o la muestra sea cubierto o sea representativa a la población bajo estudio, que todos los animales sean localizados o tengan la probabilidad de serlo, y que estos sean contados con exactitud y poca variabilidad. Sin embargo, existe la posibilidad de que algún individuo no sea observado; es decir un error estándar determinado (Bautista et al. 2004).

Cámara de fototrampeo

La utilización de cámaras fotográficas y de video constituye técnicas para la obtención de registros de manera indirecta, o bien combinarse con otras técnicas de observación tanto directa como indirecta. Entre las técnicas de observación indirecta, se recomienda la toma de fotografías de los registros de las huellas, cuando estos no puedan ser identificados en campo, o bien que se requiera evidencia de ellos, o para el caso en que la estimación de la abundancia de las observaciones indirectas deba realizarse en un tiempo corto, o cuando los rastros se observen en gran número (Bautista, 2004).

Las aves fueron muestreadas mediante el avistamiento por transectos. Las aves observadas fueron identificadas con la ayuda de la guía de aves de Peterson y Chalif (2008) y Howell y Webb (1995). Asimismo, en las zonas de avistamiento dentro de los transectos se ampliaron e intensificó la búsqueda de reptiles.

Bajo este contexto a continuación se describe cada una de las metodologías empleadas para la caracterización de la fauna presente en el área del proyecto:

III.5.2.1 Muestreo

Aves

Se utilizó el método de muestreo en transectos de franja fija, el que permite estimar la riqueza específica y la abundancia relativa (Bibby et al. 1993). El procedimiento correspondió a las siguientes etapas. Elección del transecto: correspondieron a transectos en el AP, su AIP y RE.

Longitud del transecto: Los transectos contaron con una longitud de 500 m aproximadamente, cada transecto se recorrió de acuerdo con las condiciones del terreno,

haciendo estancias a cada 50 m y realizando avistamientos en una franja de 20 m, a partir del eje del transecto.

Muestreo: el transecto se recorrió a pie, registrando todos los individuos avistados dentro de la franja, mediante binoculares ornitológicos, y en su caso la toma de fotografías.



Figura III. 18 Vista de recorridos de los transectos (coordenada del proyecto), avistamiento de aves y toma de fotografías



Figura III. 19 Vista de recorridos de los transectos (coordenada del proyecto), avistamiento de aves y toma de fotografías

Reptiles y anfibios

En los transectos definidos se intensificó la búsqueda de reptiles y anfibios en una franja de 20 m.

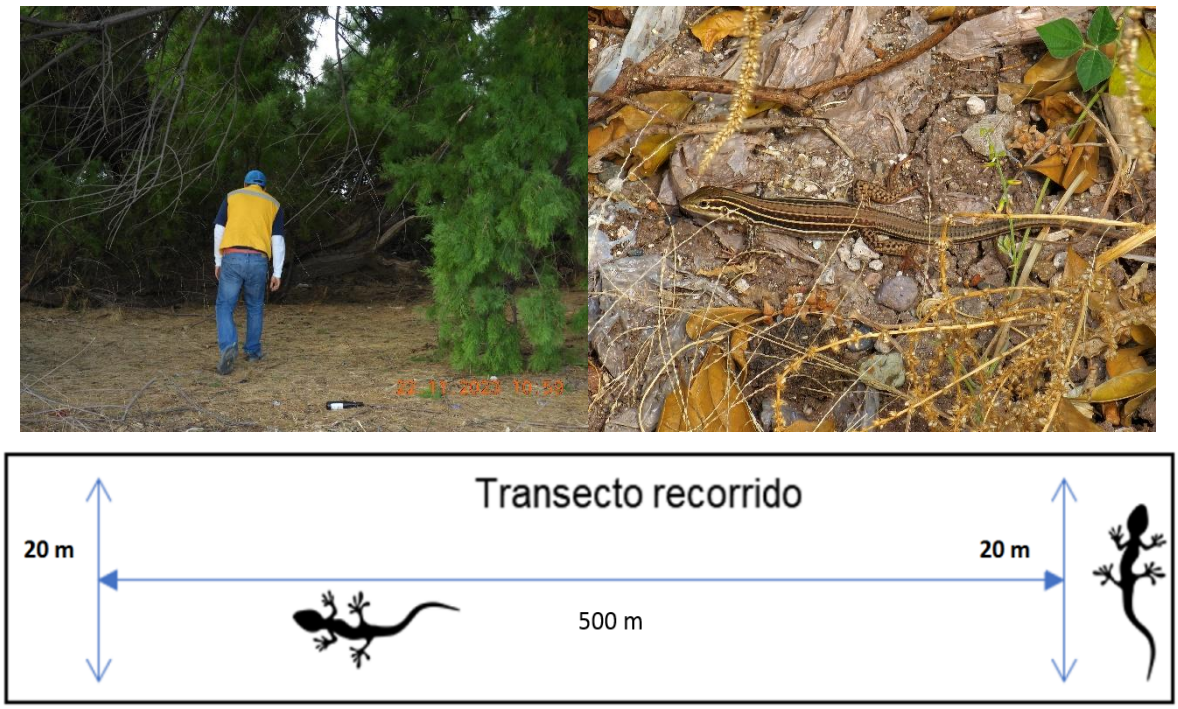


Figura III. 20 Vista de avistamiento de reptiles y el esquema de búsqueda

Mamíferos

Para la determinación de mamíferos se recurrió al empleo de algunas técnicas indirectas como la localización e identificación de fecas, huellas, sitios de alimentación, madrigueras y restos óseos, entre otros y, eventualmente, la observación directa de ejemplares, esto por la dificultad para avistarlos.



Figura III. 21 Vista de rastro de mamíferos en el área de estudio

Los métodos que se han utilizado para conocer las tendencias poblacionales son el uso de transectos, y más reciente el uso de trampas cámara (Wilson y Delahay, 2001). Los transectos se establecieron en un diseño estratificado abarcando parte del AP, su AIP y la RE. Asimismo, la longitud de los transectos fue de aproximadamente 500 m, ya que de acuerdo con Conner et al. (1983), Linhart y Knowlton (1976) y Stephens et al. (2006) la longitud entre cada transecto o punto de observación puede existir una variación, de acuerdo con el tamaño de la especie. Asimismo, la separación entre transectos depende de la especie en blanco, y está dada por dos parámetros: el diámetro de ámbitos hogareños (Zielinski y Stauffer 1996), esta medida permite, por un lado, reducir la probabilidad de contar a un individuo dos veces, y reduce la posibilidad de sobreestimar las poblaciones.

A lo largo de estos transectos se pueden obtener diferentes registros, los más utilizados son el número de huellas/distancia, número de excretas/distancia, y en casos excepcionales número de individuos observados por distancia (Wilson y Delahay 2001).

El muestreo de mastofauna fue apoyado con la colocación de cámaras trampa marca Busnnell cebadas con alimento para gatos con el fin de atraer a la fauna cercana, también denominada estación olfativa.

Las trampas-cámara se colocaron en sitios donde se encontraron registros de las especies, no al azar, ya que la fauna no se mueve de esta manera y utilizan de manera selectiva ciertas características del paisaje como encrucijadas de veredas o caminos, así como las bases de los árboles y la densidad de la vegetación. Las trampas-cámara se fijaron a un arbusto o árbol a una altura de 30 - 50 cm, con la finalidad de obtener una foto de cuerpo completa de las especies en cuestión, esta altura cubre la gama de tamaños para las especies en México.



Figura III. 22 Vista de la colocación de cámaras trampa para el proyecto en cuestión

Los transectos para el muestreo de fauna en este estudio se encuentran en las siguientes coordenadas:

Tabla III. 10 Coordenadas de los transectos de avistamiento de fauna

Transecto		punto	X	Y	Distancia m
T1	AP	inicio	252680	2721765	500
		inflexión	252679	2721732	
		inflexión	252582	2721620	
		inflexión	252585	2721502	
		inflexión	252618	2721393	
		fin	252660	2721317	
T2	AP	inicio	253005	2720621	500
		inflexión	252863	2720622	
		inflexión	252763	2720760	
		fin	252574	2720763	
T3	AP	inicio	252493	2720718	500
		Fin	252471	2720214	
T4	AP	inicio	252830	2720228	500
		inflexión	253277	2720327	
		fin	253252	2720368	
T 1	AI	inicio	252796	2722055	500
		fin	252789	2721570	
T 2	AI	inicio	252953	2720228	500
		fin	253428	2720052	
T 3	AI	inicio	252415	2720054	500
		fin	252416	2720555	
T 4	AI	inicio	252618	2721818	500
		inflexión	252629	2722069	
		fin	252879	2722065	
T 1	RE	inicio	253699	2722964	500
		fin	254065	2723310	
T 2	RE	inicio	248528	2722369	500
		inflexión	248565	2722412	
		inflexión	248581	2722468	
		fin	248481	2722844	
T 3	RE	inicio	252700	2719119	500
		fin	253059	2718767	

T 4	RE	inicio	251913	2724797	500
		inflexión	251792	2724801	
		fin	251370	2724805	



Figura III. 23 Vista de la toma de coordenadas de algunos transectos en el proyecto

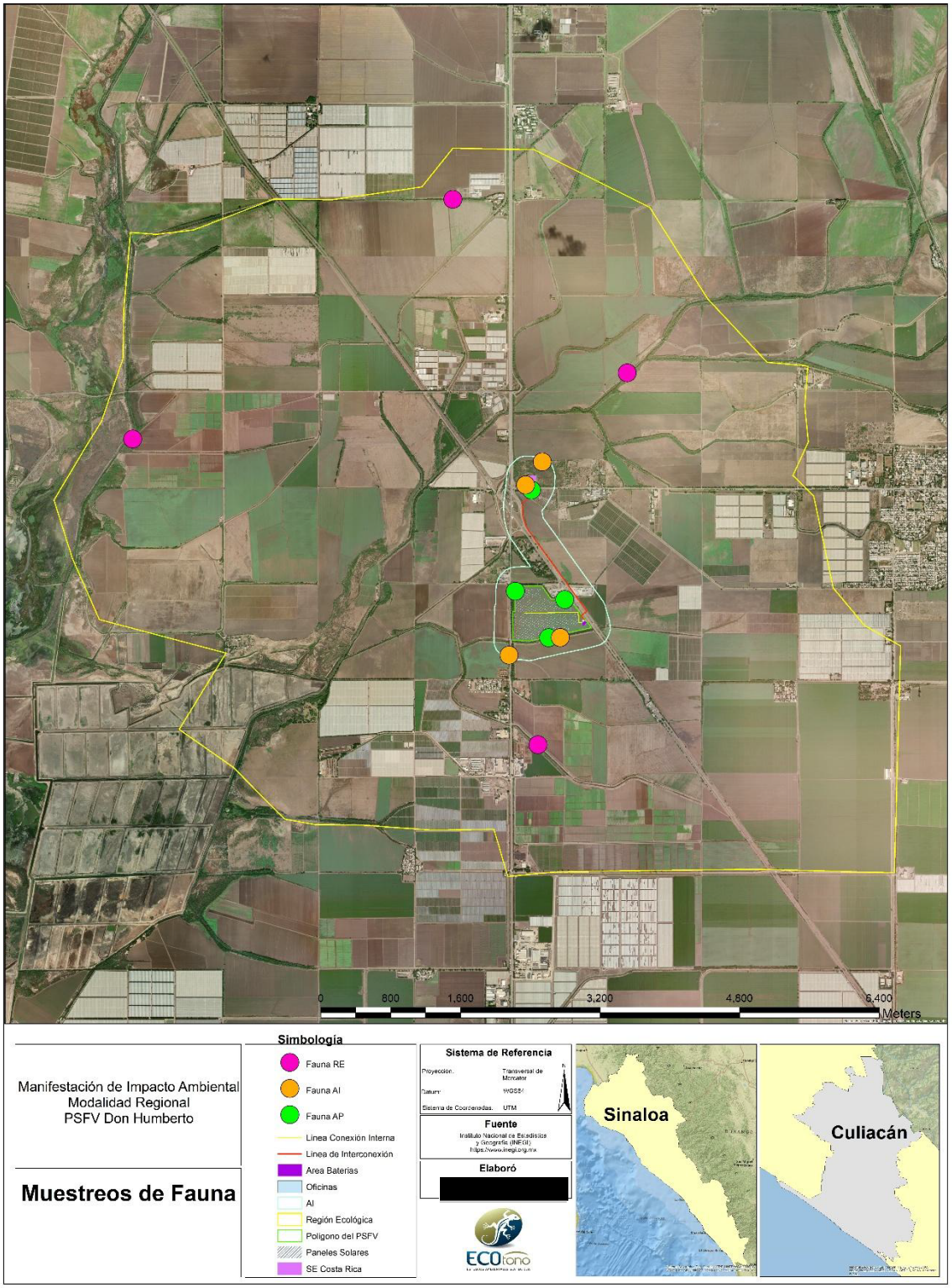


Figura III. 24 Transectos faunísticos

El muestreo de transectos fue completado con la colocación de una cámara de sensor de movimiento, las cuales fueron colocadas en las siguientes coordenadas:

Tabla III. 11 Localización de los muestreos de fauna con cámaras trampas

Coordenadas UTM, Zona 14 R Datum WGS 1984			
Cámara		**X**	**Y**
C 1	Proyecto	252678	2721732
C 2	Proyecto	252467	2720430
C 3	Proyecto	252461	2720291
C 4	Proyecto	253189	2720462
C 1	AI	252476	2720770
C 2	AI	252963	2720231
C 3	AI	252372	2720216
C 4	AI	252790	2722012
C 1	RE	254073	2723309
C2	RE	248591	2722470
C3	RE	253017	2718792
C4	RE	251784	2724801



Figura III. 25 Vista de la colocación de cámaras trampa

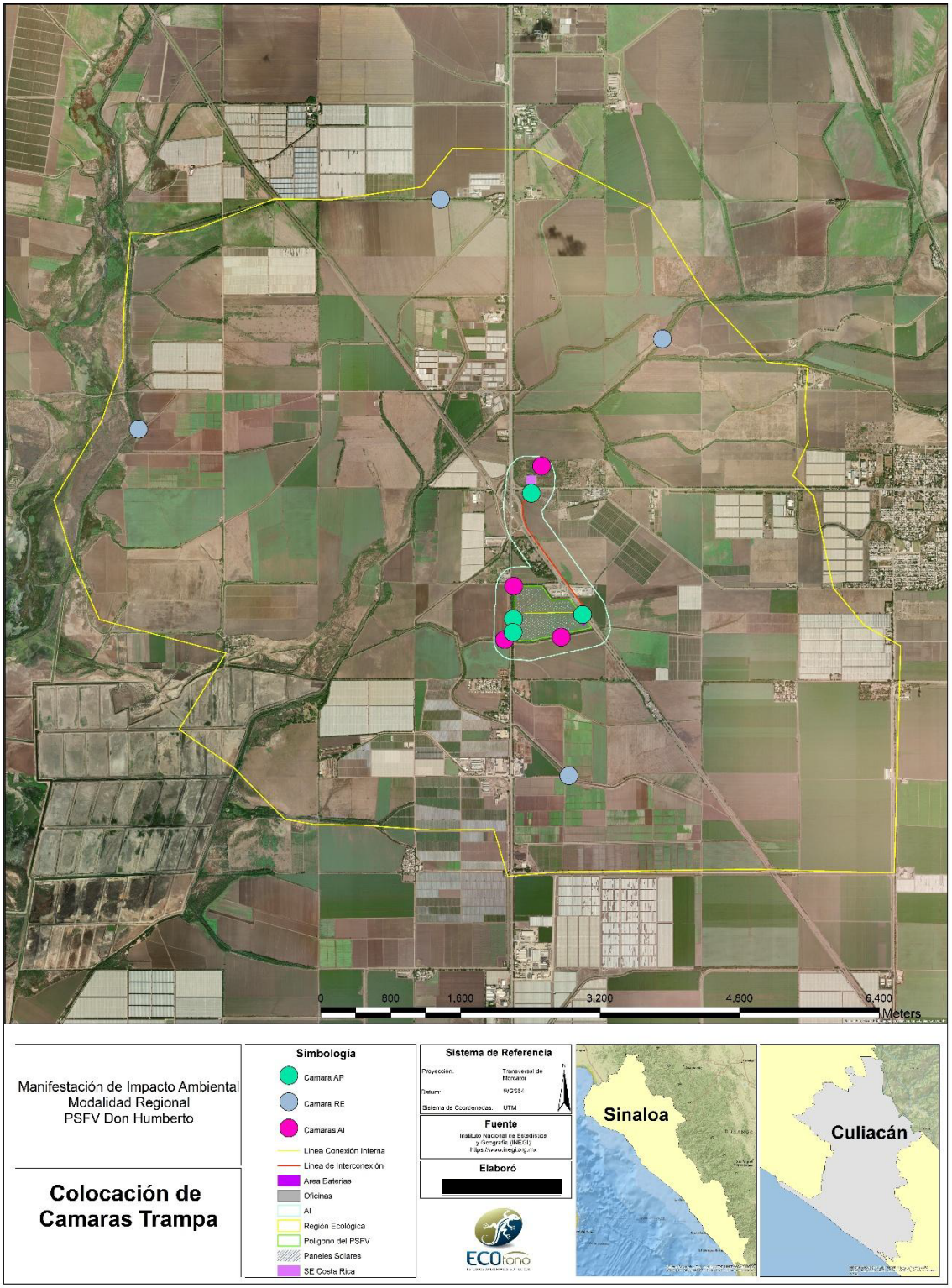


Figura III. 26 Colocación de cámaras trampa



Figura III. 27 Vista de la colocación de cámaras trampa



Figura III. 28 Vista de la colocación de cámaras trampa

El tiempo para cada estación olfativa fue de 3 días por cámara, considerando un alcance de 200 metros para especies medianas, por lo que se considera que el muestreo es representativo para el proyecto.

III.6 Especies de Flora Identificadas en Campo Endémicas o Que se Encuentren en Alguna Categoría de Riesgo Conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010

La vegetación de la RE se encuentra conformada por un estrato arbóreo con presencia de especies como Manilkara zapota, Enterolobium cyclocarpum, Coccoloba cozumelensis, Guettarda combsii, Terminalia amazonia y Vitex gaumeri. En el estrato arbustivo se pueden encontrar especies como Ricinus communis, Sabal mexicana, Hamelia patens y Cnidoscolus aconitifolius. El estrato herbáceo no se encuentra muy desarrollado, solamente se encontraron individuos de Aristida jorullensis, Cyperus elegans, Andropogon bicornis y Comelina difusa.

En el AI, destacan en el estrato arbóreo especies como Leucaena leucocephala, Leucaena diversifolia, Casuarina equisetifolia, Citrus × aurantiifolia, Eucalyptus camaldulensis, Casimiroa edulis, en el estrato arbustivo se encontraron bien representadas a Cnidoscolus aconitifolius y Hamelia patens. El estrato herbáceo se encuentra muy poco, conformado con individuos de Commelina diffusa, Cyperus elegans y Milleria quinqueflora.

Tabla III. 12 Lista de especies de flora encontradas

Especie de Flora encontrados en la Región Ecológica					
No.	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Estrato**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**
1	Acanthaceae	*Justicia spicigera*	muicle	*arbusto*	-
2	Anacardiaceae	*Spondias mombin*	jobo	árbol	-
3	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	cheechém	árbol	-
4	Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	palmera	*árbol*	-
5	Arecaceae	*Sabal mexicana*	palmito	*arbusto*	-
6	Asteraceae	*Milleria quinqueflora*	escobilla	hierba	-
7	Boraginaceae	*Cordia alliodora*	-	árbol	-
8	Burseraceae	*Bursera simaruba*	chaká	*árbol*	-
9	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	cruceta	arbusto	-
10	Combretaceae	*terminalia amazonia*		árbol	-
11	Commelinaceae	*Comelina diffusa*	tripa de pollo	*hierba*	-
12	Ebenaceae	*Diospyros anisandra*		árbol	-
13	Fabaceae	*Cenostigma eriostachys*	iguanero	*árbol*	-
14	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	guaje	*árbol*	-
15	Fabaceae	*Lonchocarpus xuul*	palo gusano	árbol	-
16	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	tsalam	árbol	-
17	Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	bejuco prieto	árbol	-
18	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	huizache	árbol	-
19	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	guanacaste	árbol	-
20	Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	-	árbol	-
21	Lamiaceae	*Ocimum basilicum*	-	*arbusto*	-
22	Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	-	árbol	-
Especies de Flora encontradas en el Área de Influencia del Proyecto					
No.	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Estrato**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**
1	Acanthaceae	*Justicia spicigera*	muicle	*arbusto*	-
2	Anacardiaceae	*Spondias mombin*	jobo	árbol	-
4	Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	palmera	*árbol*	-
5	Arecaceae	*Sabal mexicana*	palmito	*arbusto*	-
6	Asteraceae	*Milleria quinqueflora*	escobilla	hierba	-

7	Boraginaceae	*Cordia alliodora*	-	árbol	-
8	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Tepeguaje	*Árbol*	-
9	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	cruceta	arbusto	-
11	Commelinaceae	*Comelina diffusa*	tripa de pollo	*hierba*	-
12	Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	Casuarina	*Árbol*	-
13	Fabaceae	*Cenostigma eriostachys*	iguanero	*árbol*	-
14	Rutaceae	*Citrus × aurantiifolia*	*Lima*	*Árbol*	-
15	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	guaje	*árbol*	-
16	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	huizache	árbol	-
17	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	higuerilla	*arbusto*	-

Especies de Fauna Encontradas en el Área del Proyecto

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Acanthaceae	*Justicia spicigera*	muicle	*arbusto*	-
2	Poaceae	*Zea mays*	Maíz		
3	Anacardiaceae	*Spondias mombin*	jobo	árbol	-
4	Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	palmera	*árbol*	-
5	Arecaceae	*Sabal mexicana*	palmito	*arbusto*	-
6	Asteraceae	*Milleria quinqueflora*	escobilla	hierba	-
7	Boraginaceae	*Cordia alliodora*	-	árbol	-
8	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Tepeguaje	*Árbol*	-
9	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	cruceta	arbusto	-
10	Commelinaceae	*Comelina diffusa*	tripa de pollo	*hierba*	-
11	Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	Casuarina	*Árbol*	-
12	Fabaceae	*Cenostigma eriostachys*	iguanero	*árbol*	-

13	Rutaceae	*Citrus × aurantiifolia*	*Lima*	*Árbol*	-
14	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	guaje	*árbol*	-
15	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	huizache	árbol	-
16	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	higuerilla	*arbusto*	-

Con base en los resultados de los muestreos realizados en las tres áreas de análisis (RE, AI y AP), se observa que la diversidad es de media a baja, por lo cual se puede intuir que se trata de comunidades perturbadas o con algún grado de deterioro. También se demuestra que el Proyecto incidirá en un ecosistema con diversidad baja, debido a que la apertura de los terrenos de cultivo ha fragmentado y deteriorado la zona, por lo tanto, se garantiza que no se pondrán en riesgo poblaciones vegetales. Se puede aseverar que el desarrollo del Proyecto no representa alguna amenaza para la composición y estructura de la vegetación de la región.

De las especies registradas en el AI, AP y RE, ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en alguna categoría de riesgo.

Es importante mencionar que las medidas de mitigación propuestas para el componente forestal, están encaminadas a salvaguardar y contrarrestar los efectos negativos que se podrían ocasionar.

III.7 Especies de Fauna Identificadas en Campo Endémicas o Que se Encuentren en Alguna Categoría de Riesgo Conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010

Las especies registradas corresponden a 33 aves, 8 mamíferos y 12 reptiles.

Tabla III. 13 Especies de fauna registradas en la RE, AIP y Proyecto

	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	AVE	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo*	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris
2		Falconiformes	Falconidae	*Caracara*	*Caracara cheriway*	Caracará
3				*Falco*	*Falco sparverius*	Cernícalo americano
4		Ciconiiformes	Cathartidae	*Cathartes*	*Cathartes aura*	Zopilote aura
5				*Coragyps*	*Coragyps atratus*	Zopilote común
6		Columbiformes	Columbidae	*Zenaida*	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca
7					*Zenaida macroura*	Paloma huilota
8				*Columbina*	*Colunbina passerina*	Tórtola coquita
9		Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx*	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño
10				*Crotophaga*	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy
11		Galliformes	Cracidae	*Ortalis*	*Ortalis wagleri*	Chachalaca
12		Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Plegadis*	*Plegadis falcinellus*	Ibis cara oscura
13		Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma*	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo
14				*Mimus*	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño
15			Passeridae	*Passer*	*Passer domesticus*	Gorrión casero
16			Icteridae	*Quiscalus*	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano
17				*Molothrus*	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos

18				*Icterus*	*Icterus pustulatus*	Bolsero dorso rayado
19			Laniidae	*Lanius*	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano
20			Remizidae	*Auriparus*	*Auriparus flaviceps*	Pájaro moscón
21			Polioptilidae	*Polioptila*	*Polioptila caerulea*	perlita azulgris
22			Tyrannidae	*Tyrannus*	*Tyrannus crassirostris*	Tirano picogrueso
23				*Tyrannus*	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido
24				*Empidonax*	*Empidonax wrightii*	Mosquero gris
25				*Myiarchus*	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo
26				*Contopus*	*Contopus sordidulus*	Pibí occidental
27				*Sayornis*	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro
28				*Pitangus*	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo
29				*Myiozetetes*	*Myiozetetes similis*	Luisito común
30			Fringillidae	*Haemorhous*	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano
31			Regulidae	*Regulus*	*Regulus calendula*	Reyezuelo matraquita
32			Corvidae	*Corvus*	*Corvus corax*	Cuervo
33		Piciformes	Picicae	*Picoides*	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano
1	MAMMALIA	Rodentia	Sciuridae	*Spermophilus*	*Spermophilus variegatus*	Ardillon de roca
2			Cricetidae	*Sigmodon*	*Sigmodon arizonae*	Rata algodonera
3		Didelphimorphia	Didelphidae	*Tlacuatzin*	*Tlacuatzin canescens*	Tlacuache ratón gris
4				*Didelphis*	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño
5		Lagomorpha	Leporidae	*Lepus*	*Lepus alleni*	Liebre antílope
6				*Sylvilagus*	*Sylvilagus audubonii*	conejo del desierto
7		Carnivora	Canidae	*Urocyon*	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorro gris
8			Procyonidae	*Procyon*	*Procyon lotor*	Mapache
1	REPTILIA	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis*	*Aspidoscelis communis*	Huico moteado
2			Phrynosomatidae	*Urosaurus*	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del pacífico
3					*Urosaurus ornaus*	Lagartija de árbol norteña
4			Iguanidae	*Ctenosaura*	*Ctenosaura pectinata*	Garrobo

De acuerdo con las especies registradas durante los muestreos de fauna para este proyecto, resulta importante mencionar que el componente biótico, tanto flora como la fauna silvestre cuenta con especies de importancia ecológica, al representar valor económico, científico o biológico por el simple hecho de coexistir en el planeta. Por esta razón se han creado una serie de reglamentos como lo son la NOM-059-SEMARNAT-2010, Lista de CITES y Lista Roja de la UICN las cuales se describen a continuación:

NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de listados, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante el método de evaluación de su riego de extinción y es de observancia obligatoria en todo el territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riego, establecidas por esta NOM.

Lista de CITES

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), por sus siglas en inglés, es un acuerdo internacional concretado entre gobiernos. Tiene por finalidad velar porque el comercio internacional de especies de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para

su supervivencia. Los acuerdos son de varios grados de protección, y cubren más de 30,000 especies de animales y plantas. CITES es uno de los mayores acuerdos existentes sobre protección de especies, la participación de cada país es voluntaria, y las naciones que han acordado firmar este convenio se les conoce como las “Partes”.

Lista Roja de la UICN

La lista roja de especies amenazadas de la UICN es elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la principal autoridad mundial en este tópico. Esta lista es el inventario más completo del estado de conservación de las especies de animales y plantas a nivel mundial, permite alertar al respecto del estado de la biodiversidad mundial; sus aplicaciones a nivel nacional permiten a los tomadores de decisiones considerar las mejores opciones para la conservación de las especies. Bajo este contexto, se presenta su estatus de acuerdo a los reglamentos mencionados para las especies registradas en el área de estudio.

Tabla III. 14 Estatus especies registradas en el área de estudio

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES
Buteo plagiatus	Aguililla gris		preocupación menor	**II**
Caracara cheriway	Caracará		preocupación menor	**II**
Falco sparverius	Cernícalo americano		preocupación menor	**II**
Cathartes aura	Zopilote aura		preocupación menor	no enlistada
Coragyps atratus	Zopilote común		preocupación menor	no enlistada
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca		preocupación menor	no enlistada
Zenaida macroura	Paloma huilota		preocupación menor	no enlistada
Colunbina passerina	Tórtola coquita		preocupación menor	no enlistada
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño		preocupación menor	no enlistada
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy		preocupación menor	no enlistada
Ortalis wagleri	Chachalaca		preocupación menor	no enlistada
Plegadis falcinellus	Ibis cara oscura		preocupación menor	no enlistada
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo		preocupación menor	no enlistada
Mimus polyglottos	Centzontle norteño		preocupación menor	no enlistada
Passer domesticus	Gorrión casero		preocupación menor	no enlistada
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano		preocupación menor	no enlistada
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos		preocupación menor	no enlistada
Icterus pustulatus	Bolsero dorso rayado		preocupación menor	no enlistada
Lanius ludovicianus	Verdugo americano		preocupación menor	no enlistada
Auriparus flaviceps	Pajaro moscón		preocupación menor	no enlistada
Polioptila caerulea	perlita azulgris		preocupación menor	no enlistada
Tyrannus crassirostris	Tirano picogrueso		preocupación menor	no enlistada
Tyrannus verticalis	Tirano pálido		preocupación menor	no enlistada
Empidonax wrightii	Mosquero gris		preocupación menor	no enlistada
Myiarchus cinerascens	Papamoscas cenizo		preocupación menor	no enlistada
Contopus sordidulus	Pibí occidental		preocupación menor	no enlistada
Sayornis nigricans	Papamoscas negro		preocupación menor	no enlistada
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo		preocupación menor	no enlistada
Myiozetetes similis	Luisito común		preocupación menor	no enlistada
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano		preocupación menor	no enlistada
Regulus calendula	Reyezuelo matraquita		preocupación menor	no enlistada
Corvus corax	Cuervo		preocupación menor	no enlistada
Picoides scalaris	Carpintero mexicano		preocupación menor	no enlistada
Spermophilus variegatus	Ardillon de roca		preocupación menor	no enlistada
Sigmodon arizonae	Rata algodonera		preocupación menor	no enlistada
Tlacuatzin canescens	Tlacuache ratón gris		preocupación menor	no enlistada

Didelphis virginiana	Tlacuache norteño		preocupación menor	no enlistada
Lepus alleni	Liebre antílope		preocupación menor	no enlistada
Sylvilagus audubonii	conejo del desierto		preocupación menor	no enlistada
Urocyon cinereoargenteus	Zorro gris		preocupación menor	no enlistada
Procyon lotor	Mapache		preocupación menor	no enlistada
Aspidoscelis communis	Huico moteado	**Pr E**	preocupación menor	no enlistada
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de árbol del pacífico		preocupación menor	no enlistada
Urosaurus ornaus	Lagartija de árbol norteña		preocupación menor	no enlistada
Ctenosaura pectinata	Garrobo	**A E**		no enlistada

De las especies registradas para el área de estudio, dos especies de reptiles se encuentran enlistadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010, aunque, no fueron registrados en el AP, deberá contar con algunas medidas de mitigación adecuadas para atenuar o en su caso no afectar a este componente, las medidas se describen en el capítulo IV del presente estudio.

III.7.1 Análisis de la comunidad

Las especies de fauna silvestre desempeñan un papel ecológico muy importante en la regeneración y funcionamiento del ecosistema y de manera eficaz contribuye a regular las poblaciones de otras especies. La calidad del hábitat, está determinada por la disponibilidad de sus recursos vitales, como alimento, agua, protección y resguardo, reproducción y espacio para sobrevivir. Por ello, la fauna es un claro indicador del estado de conservación o perturbación de los ecosistemas. Algunas especies son susceptibles a cambios en su ambiente y su presencia puede indicar el estado de conservación que tiene su hábitat.

Es importante mencionar que en este trabajo, se realizó el análisis de las comunidades de fauna encontrada en el AP, en su AIP y la RE, debido a que la importancia de las especies cobra sentido, si recordamos que el objetivo de medir la diversidad biológica es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de especies o áreas amenazadas, o en su caso monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

Para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, es recomendable cuantificar el número de individuos y su representatividad. En este sentido se realizó el análisis de comunidades alfa para la fauna registrada en el AP, recordando que este se localiza en un área agrícola, industrial y con vías de comunicación, por lo que de alguna manera la actividad antrópica ha influenciado la comunidad faunística de la zona.

La complejidad de la comunidad faunística se determinó mediante la curva de especies registradas, midiendo la riqueza de especies por medio del índice de Margalef, la diversidad y abundancia por el índice de Shannon-Wiener y Simpson respectivamente. Así mismo, se realizó un análisis tipo beta o diversidad entre hábitats para la RE al integrar tanto a las especies del AP y su AIP, poniendo de manifiesto el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales dentro de la RE. A diferencia de la diversidad alfa, puede ser medida fácilmente en función del número de

especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias.

Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia o ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos. En este caso, se utilizó el índice de similitud de Moricota-Horn.

Así mismo, se realizó un análisis de comunidades tipo gama, para la zona de estudio ya que, con este, se midió la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran todo el paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta. De acuerdo con Moreno (2000) que define la diversidad gamma como la riqueza en especies de un grupo de hábitats (un paisaje, un área geográfica, una isla) que resulta como consecuencia de la diversidad alfa de las comunidades individuales y del grado de diferenciación entre ellas (diversidad beta). Desgraciadamente, la mayoría de los esfuerzos realizados para medir la biodiversidad en áreas que incluyen más de un tipo de comunidad se limitan a presentar listas de especies de sitios puntuales (diversidad alfa), describiendo la diversidad regional (gamma) únicamente en términos de números de especies, o bien con cualquier otra medida de diversidad alfa.

A continuación, se muestra la tabla con el registro de fauna para los transectos realizados con relación al Proyecto Don Humberto, su AIP y la RE.

Tabla III. 15 Registro de fauna para los transectos realizados con relación al Proyecto

		Transectos Proyecto				Transectos AIP				Transectos SAR							
ESPECIE	NOMBRE COMÚN	T 1	T 2	T 3	T 4	T 1	T 2	T 3	T 4	T 1	T 2	T 3	T 4	Total	Proyecto	AIP	SA
Buteo plagiatus	Aguililla gris										1			1	0	0	1
Caracara cheriway	Caracará						1					1		2	0	1	1
Falco sparverius	Cernícalo americano			1							1			2	1	0	1
Cathartes aura	Zopilote aura	2			1	1			2			1		7	3	3	1
Coragyps atratus	Zopilote común		1	2			1							4	3	1	0
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	4		3	2				2			1		12	9	2	1
Zenaida macroura	Paloma huilota		2	2			1			2	1			8	4	1	3
Columbina passerina	Tórtola coquita	1	1			2				1				5	2	2	1
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño										1			1	0	0	1
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy						3		1	2			1	7	0	4	3
Ortalis wagleri	Chachalaca			2			1	1				2		6	2	2	2
Plegadis falcinellus	Ibis cara oscura										2			2	0	0	2
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo							1					1	2	0	1	1
Mimus polyglottos	Centzontle norteño		1				1			1				3	1	1	1
Passer domesticus	Gorrión casero	5				3			7			3		18	5	10	3
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	1							2					3	1	2	0
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	2							2					4	2	2	0
Icterus pustulatus	Bolsero dorso rayado											1		1	0	0	1
Lanius ludovicianus	Verdugo americano						1					1		2	0	1	1
Auriparus flaviceps	Pajaro moscón								1					1	0	1	0
Polioptila caerulea	perlita azulgris						1			1				2	0	1	1
Tyrannus crassirostris	Tirano picogrueso						1		1		1			3	0	2	1
Tyrannus verticalis	Tirano palido						1		2				1	4	0	3	1
Empidonax wrightii	Mosquero gris			1		1		1			1	1		5	1	2	2
Myiarchus cinerascens	Papamoscas cenizo					1			1			1		3	0	2	1
Contopus sordidulus	Pibí occidental		1											1	1	0	0
Sayornis nigricans	Papamoscas negro				1					1		2		4	1	0	3
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo			1							1			2	1	0	1
Myiozetetes similis	Luisito común		1					2						3	1	2	0
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	2	1	3							1			7	6	0	1
Regulus calendula	Reyezuelo matraquita						1			1	1			3	0	1	2
Corvus corax	Cuervo							2					1	3	0	2	1
Picoides scalaris	Carpintero mexicano									1				1	0	0	1
Spermophilus variegatus	Ardillon de roca		1					1			1			3	1	1	1
Sigmodon arizonae	Rata algodonera			1								1		2	1	0	1
Tlacuatzin canescens	Tlacuache ratón gris									1				1	0	0	1
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño						1					1		2	0	1	1
Lepus alleni	Liebre antílope				1						1			2	1	0	1
Sylvilagus audubonii	conejo del desierto						1				1			2	0	1	1

Urocyon cinereoargenteus	Zorro gris							2					1	3	0	2	1
Procyon lotor	Mapache			1				1			1			3	1	1	1
Aspidoscelis communis	Huico moteado						1					1		2	0	1	1
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de árbol del pacífico		1			1					1			3	1	1	1
Urosaurus ornaus	Lagartija de árbol norteña			1			1				1			3	1	1	1
Ctenosaura pectinata	Garrobo							2		1			1	4	0	2	2
														162	50	60	52

La curva de acumulación de especies indica que los muestreos realizados son representativos, encontrando la asíntota de la curva en 45 especies registradas.

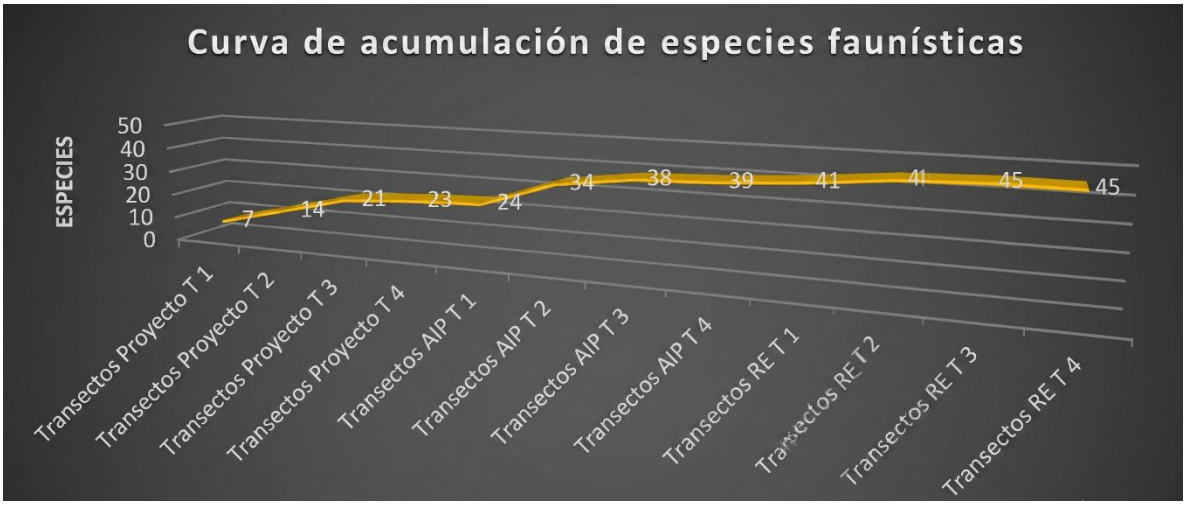


Figura III. 29 Curva de acumulación de especies faunísticas para el área de estudio

De acuerdo al análisis de la comunidad faunística, con respecto a la avifauna se tiene, que la RE presenta una riqueza alta, la cual disminuye para el AIP y disminuye aún más para el AP.

Tabla III. 16 Atributos de la comunidad avifaunística para el área de estudio

ÍNDICE	ATRIBUTO	SAR		AIP		PROYECTO	
Índice de Margalef	Riqueza	7.09	Alto	5.65	Alto	4.22	Alto
Índice de Shannon	Diversidad	3.18	Alto	2.89	Alto	2.53	Medio
Índice de Simpson	Abundancia	0.04	Bajo	0.07	Bajo	0.10	Bajo

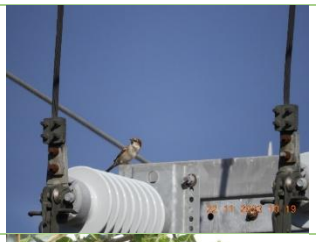
En cuanto al atributo de diversidad, la comunidad de avifauna presenta un valor alto, de igual manera disminuye a medio conforme se acerca al AP, lo que pone de manifiesto, el impacto en la zona del proyecto por las actividades agrícolas.

Por último, el valor de abundancia es bajo para las tres zonas, no obstante, es ligeramente más alto para el AP, ya que se registraron especies que se han adaptado a las zonas agrícolas y se encontraron un mayor número de individuos.

La composición de la comunidad de aves para el AP corresponde a 25 especies, entre las cuales destacan especies asociadas a los terrenos de cultivo.

Tabla III. 17 Especies de aves registradas en el área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FOTO EN EL ÁREA DE ESTUDIO
Falco sparverius	Cernícalo americano	
Cathartes aura	Zopilote aura	
Coragyps atratus	Zopilote común	
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	
Zenaida macroura	Paloma huilota	
Columbina passerina	Tórtola coquita	
Ortalis wagleri	Chachalaca	
Mimus polyglottos	Centzontle norteño	

Passer domesticus	Gorrión casero	
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	
Empidonax wrightii	Mosquero gris	
Contopus sordidulus	Pibí occidental	
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	
Myiozetetes similis	Luisito común	
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	

Para el AI, hubo un aumento de la presencia de aves alcanzado 23 especies, mientras que para la RE se registraron 27 especies, lo que pone de manifiesto la distribución de las aves hacia las zonas de canales con vegetación aledaña, del AI y la RE, registrando especies como la aguililla gris (Buteo plagiatus).



Figura III. 30 Vista de la especie *Buteo plagiatus*

En cuanto a los mamíferos, se registraron 8 especies para la RE, 5 especies para AI y 4 para el AP, encontrando una riqueza media para la RE y el AI y baja para el AP.

Tabla III. 18 Atributos de la comunidad de mamíferos para el área de estudio

ÍNDICE	ATRIBUTO	SAR		AIP		PROYECTO	
Índice de Margalef	Riqueza	3.36	Media	2.23	Medio	2.16	Bajo
Índice de Shannon	Diversidad	2.07	Medio	1.56	Medio	1.38	Bajo
Índice de Simpson	Abundancia	0.12	Bajo	0.22	Bajo	0.25	Medio

El atributo de diversidad disminuye de medio para la RE y AI a bajo para el proyecto, lo que pone de manifiesto la disminución de la mastofauna en el AP con relación a la RE.

Por su parte la abundancia es baja para la RE, no obstante, para el proyecto la abundancia en media por la presencia de 4 especies que de alguna manera se han adaptado a las zonas agrícolas.

Las especies registradas para el AP corresponden a Procyon lotor (Mapache), Spermophilus variegatus (Ardillon de roca), Sigmodon arizonae (Rata algodonera) y Lepus alleni (Liebre antílope) que de alguna manera se han de beneficiar de los cultivos.



Figura III. 31 Vista de huellas de la especie Procyon lotor (Mapache)

De acuerdo con el registro de mamíferos se encontró que algunos mamíferos de tamaño mediano se encontraron en la zona del AI hacia la RE, destacando la presencia de las siguientes especies:

Foto	Especie	Nombre comun
	*Tlacuatzin canescens*	Tlacuache ratón gris
	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris
	*Procyon lotor*	Mapache

	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño
	*Sigmodon arizonae*	Rata algodonera

Las cuales fueron registradas en las zonas de vegetación de los escurrimientos y canales principalmente. Para el grupo de reptiles el atributo de riqueza es media bajo para las tres zonas, siendo un poco más alto para la RE y AI.

Tabla III. 19 Atributos de la comunidad de reptiles para el área de estudio

ÍNDICE	ATRIBUTO	SAR		AIP		PROYECTO	
Índice de Margalef	Riqueza	1.86	Bajo	1.86	Bajo	1.44	Bajo
Índice de Shannon	Diversidad	1.33	Bajo	1.33	Bajo	0.69	Bajo
Índice de Simpson	Abundancia	0.28	Bajo	0.28	Bajo	0.50	Medio

El atributo de diversidad es igual para el AI y la RE, teniendo un valor bajo, lo que pone de manifiesto el impacto que ha tenido la zona por las actividades antrópicas.



Figura III. 32 Vista de la zona y las actividades antrópicas en

Cabe mencionar que la diversidad de reptiles para el AP es aún más baja, registrando solo dos especies correspondientes a *Urosaurus bicarinatus* (Lagartija de árbol del pacífico) y *Urosaurus ornaus* (Lagartija de árbol norteña).



Figura III. 33 Vista de la especie *Urosaurus ornaus* (Lagartija de árbol norteña)

Por su parte las especies registradas para el AI y la RE corresponden a las especies registradas en el proyecto más las especies *Aspidoscelis communis* (Huico moteado) y *Ctenosaura pectinata* (Iguana Negra de Cola Espinosa).



Figura III. 34 Vista de las especies *Aspidoscelis communis* (Huico moteado) y *Ctenosaura pectinata* (Iguana Negra de Cola Espinosa) en el AI.

Resulta importante mencionar que no fueron registrados anfibios, poniendo de manifiesto que este grupo es muy susceptible a las actividades antrópicas de la zona.

III.7.1.1 Análisis de similitud para las comunidades faunísticas entre el área del proyecto, AI y la RE

Se realizó el análisis de similitud entre la comunidad faunística de la RE en comparación con la del AI y AP. Encontrando que la RE y Proyecto presentan una similitud alta de 0.66, lo cual es atribuido al impacto que ha sufrido la zona por las actividades agrícolas.

La similitud entre la RE y AI es de 1.0 también catalogada como alta, lo que, pone de manifiesto que la fauna se desplaza de manera similar entre el AI y la RE.

Tabla III. 20 Análisis de similitud entre área de estudio

	Proyecto	AIP	SA
Proyecto			
AIP	0.70		
SAR	0.66	1.00	

La disminución de la fauna en el AP es consecuencia de a las actividades antrópicas entre la cuales se encuentran las actividades agrícolas, la carretera federal 15-D, la carretera 5, así como gasolineras y un patio de tractocamiones en la zona.



Figura III. 35 Vista del predio para el proyecto fotovoltaico Don Humberto y la carretera federal 15D

Así mismo, la disminución de la fauna en el AP está determinada por la presencia de fauna domestica como perros y gatos.



Figura III. 36 Presencia de fauna doméstica en el AP

De acuerdo a las actividades antrópicas en la zona de estudio, se realizó el análisis de Cluster entre transectos, mediante la presencia y ausencia de especies agrupando a los muestreos realizados en el AP, que corresponde a una zona de cultivo.

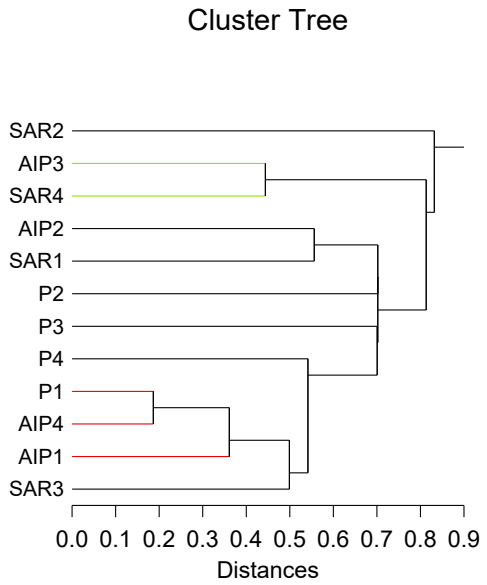


Figura III. 37 Análisis de Cluster entre transectos

Por otra parte, los muestreos tanto de la RE como del AI se intercalan debido a que los muestreos corresponden a zonas de canales que aún conservan vegetación, por lo que la fauna presente en la región ocupa estas zonas para desplazarse.

Bajo este contexto, el Proyecto no afectará al componente faunístico ya que no requiere de la afectación de vegetación alguna, quedando comprendido en su totalidad en una zona agrícola, mientras que la línea de interconexión se encuentra proyectada paralela a la autopista federal 15D.



Figura III. 38 Vista del predio para el proyecto fotovoltaico Don Humberto

A pesar de que en el AP no se encontraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARANT-2010, existe una presencia de especies en dicha NOM para el AI y la RE. Por lo que previo al inicio del proyecto, se deberá realizar un programa de ahuyentamiento y rescate y reubicación de la fauna.

III.8 Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica

III.8.1 Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto

III.8.1.1 Biótico

III.8.1.1.1 Flora

En primer término, se describió la cubierta vegetal a nivel general en el AI, mismo que corresponde a la RE, posteriormente se detalló la estructura y composición florística de las comunidades vegetales presentes en el AP. Todo esto con base en la información obtenida en el trabajo de campo.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en la carta de uso de suelo y vegetación serie VII, el tipo de vegetación que hay en el Sistema Ambiental corresponde a Agricultura de Riego Anual, ya que como se observa, toda la vegetación de la RE es de este tipo, ya que es una de las principales actividades de la zona, con los muestreos de flora se comprobó que el tipo de vegetación que se encuentra en la zona del Proyecto es consistente con lo establecido por el INEGI, en las márgenes del predio para la central de generación, existe vegetación de borde, la cual cuenta con especies introducidas como se mostró.



Figura 32 Imágenes de Dron donde se observa el predio sin vegetación



Figura III. 39 Imágenes de Dron donde se observa el predio sin vegetación

De igual manera, puede apreciarse que el área que será ocupada por la línea de interconexión no afectará vegetación forestal.



Figura III. 40 vegetación presente en el predio donde se realizará el proyecto



Figura III. 41 Vegetación presente en la RE

Las actividades productivas, que se han desarrollado por décadas en la región, propiciaron la eliminación de extensas superficies de la masa forestal para el establecimiento de áreas agrícolas y de pastoreo, estas actividades antrópicas se aprecian fehacientemente a lo largo del río. Lo cual ha dado lugar a la fragmentación paulatina a la poca vegetación forestal que pudo existir en la zona.



Figura III. 42 Fragmentación de la vegetación en el SAR

La vegetación se ve alterada o modificada por factores naturales y humanos, por lo que muchas veces no se encuentran en forma original o prístina, formándose entonces comunidades conocidas como vegetación secundaria. El proceso de restauración de la cubierta vegetal permite reconocer a grandes rasgos las siguientes etapas

Vegetación secundaria herbácea. Vegetación herbácea que se desarrolla inmediatamente después del desmonte original, durando de uno a dos años según el lugar; existe un número muy grande de plantas que se presentan durante este periodo, sobresaliendo especies anuales de quenopodiáceas, amarantáceas, compuestas, etc.

Vegetación secundaria arbustiva. Vegetación arbustiva que se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por una sola especie.

Vegetación secundaria arbórea. Vegetación arbórea que se desarrolla después de transcurridos varios años de desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad y el tipo de disturbio presente, podemos encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias

Como se ha mencionado, los núcleos de población se ubican cerca del área del Proyecto por lo que la vegetación se encuentra muy fragmentada, en la zona del Proyecto se encuentran terrenos de cultivo y asentamientos humanos, la misma apertura de los terrenos de cultivo propicio la afectación a la zona.



Figura III. 43 Fragmentación de Vegetación

III.8.1.1.2 Fauna.

México es uno de los cinco países con mayor diversidad y riqueza biótica del planeta, después de Indonesia, Brasil, Colombia y Australia (Mittermeier y Goettsch, 1997). El número total de especies conocidas en México es de aproximadamente 64,878 (SEMARNAT, 2003). Esto debido a la amplia extensión territorial y a la heterogeneidad ambiental dada por la zoogeografía de la república representada por las dos Regiones Biogeográficas del continente americano, la Neártica y la Neotropical.

Sinaloa es de las entidades federativas que presenta un valor ecológico importante, debido a que se localiza en una zona de transición de dos regiones biogeográficas de América, la neártica y la neotropical, provocando que exista una alta riqueza de especies que confluyen en esta región.

En este sentido la RE de este Proyecto, se encuentra dentro de la provincia biogeográfica Sonorense. En la zona de transición entre ambas regiones, por lo cual presenta un registro potencial de 738 especies de vertebrados agrupados de la siguiente manera: 33 anfibios, 98 reptiles, 545 aves y 62 mamíferos.

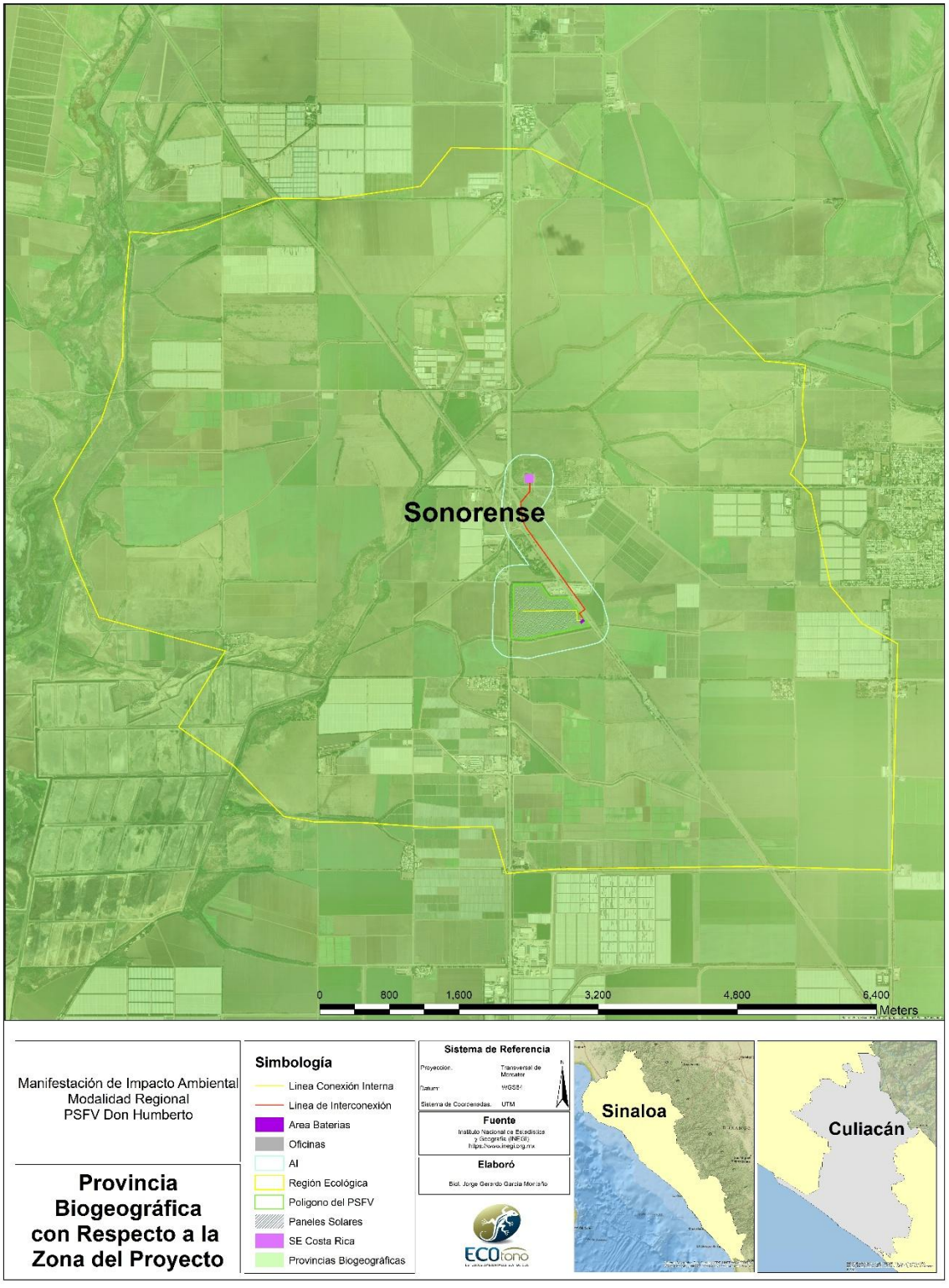


Tabla III. 21 RE con relación a la Provincia Biogeográfica

En este contexto, se enlistan las familias de vertebrados que probablemente se encuentren en la RE, de acuerdo con los patrones de distribución zoogeográficos. Además, se hace mención de la región a la que se encuentra confinada cada familia, con base a la Zoogeografía de los vertebrados de México según Álvarez y De Lachica (1991).

Tabla III. 22 Zoogeografía de las familias de vertebrados que posiblemente se encuentren en la RE

Origen de la Familia	Vertebrados Terrestres			
	Anfibios	Reptiles	Mamíferos	Aves
Neártica		Helodermatidae		Tinamiformes Galliformes Anseriformes Gaviiformes Procellariiformes Podicipediformes Phoenicopteriformes Phaethontiformes Ciconiiformes Pelecaniformes Suliformes Accipitriformes Eurypygiformes Gruiformes Charadriiformes Columbiformes Cuculiformes Strigiformes Caprimulgiformes Apodiformes Trogoniformes Coraciiformes Piciformes Falconiformes Psittaciformes Passeriformes
Neártica Transicional		Scincidae	Cervidae Vespertilionidae Leporidae Heteromyidae Sciuridae	
Compartida	Bufonidae Ranidae Hylidae Microhylidae Ranidae Hylidae Microhylidae	Kinosternidae Emydidae Eublepharidae Gekkonidae Polychridae Iguanidae Phrynosomatidae Anguidae Loxocemidae Colubridae Elapidae Hydropheidae Viperidae Emydidae Eublepharidae Gekkonidae	Canidae Felidae Mustelidae Procyonidae Cricetidae Geomyidae Muridae Procyonidae Cricetidae Geomyidae Muridae	
Neotropical Transicional	Leptodactylidae	Cheloniidae Corytophanidae Teiidae Leptodactyliade Boidae Crocodylia Corytophanidae Teiidae Leptodactyliade Boidae Crocodylia	Tayassuidae Molossidae Mormoopidae Phyllostomidae Dasypodidae Didelphidae Molossidae Mormoopidae Phyllostomidae Dasypodidae Didelphidae	
Neotropical		Dermachelyidae	Emballonuridae Natalidae Noctilionidae	

Como se mencionó anteriormente, Sinaloa es de las entidades federativas con un alto valor ecológico ya que se localiza en la zona de transición entre las dos regiones biogeográficas. En lo que concierne a la composición mastofaunística se tienen reportadas 127 especies y 141 subespecies, pertenecientes a 77 géneros, 30 familias y 8 órdenes (Hortelano-Moncada et al. 2016). La avifauna conocida para Sinaloa incluye 229 especies de aves (Medina-Macías et al. 2010) y la herpetofauna registrada incluye 131 especies: 32 ranas, 10 tortugas, 33 lagartos, 55 serpientes y un cocodrilo (Laurence y Roy, 1969).

Bajo este contexto, se mostró que el Proyecto no afectará al componente faunístico ya que no requiere de la afectación de vegetación alguna, quedando comprendido en su totalidad en una zona agrícola, mientras que la línea de interconexión se encuentra proyectada paralela a la autopista federal 15-D.

El componente biótico regional mantiene una estrecha relación funcional con los componentes abióticos de la región, particularmente con:

- Disponibilidad hídrica,
- Características edafológicas,
- Cobertura vegetal,
- Procesos climáticos regionales.

La vegetación proporciona refugio, alimento y zonas de reproducción para diversas especies de fauna, mientras que la fauna participa en procesos ecológicos como dispersión de semillas, control biológico y polinización.

Asimismo, las microcuencas y zonas de infiltración regionales contribuyen al mantenimiento de humedad edáfica y productividad biológica, particularmente durante la temporada de lluvias.

Estado de conservación y problemática ambiental

El componente biótico de la región presenta un grado alto de alteración derivado principalmente de:

- Cambio de uso de suelo,
- Expansión agrícola y pecuaria,
- Fragmentación de hábitat,
- Compactación de suelos,
- Infraestructura regional,
- Pérdida de cobertura vegetal natural.

A pesar de ello, la región mantiene elementos de vegetación secundaria y conectividad ecológica funcional que permiten la permanencia de diversas especies características de ambientes semiáridos del centro de México.

En este contexto, el desarrollo del Proyecto Fotovoltaico deberá considerar la implementación de medidas de prevención, rescate, reubicación y manejo ambiental de flora y fauna silvestre, particularmente para especies con categoría de protección y fauna de baja movilidad, conforme a la legislación ambiental vigente.

III.8.1.2 Abiótico

III.8.1.2.1 Clima

El clima de la región del SAR para este proyecto, se clasificó de acuerdo con el sistema de clasificación de climas de Koppen Geiger y se encontró que el tipo de clima presente en la RE es Seco y semiseco. La precipitación media anual es un poco variada, pero en promedio va de los 400 a 500 mm con régimen de lluvias en los meses de junio y agosto. Esta zona presenta una temperatura media anual que va de los 22 a los 26 °C sin cambio térmico invernal bien definido.

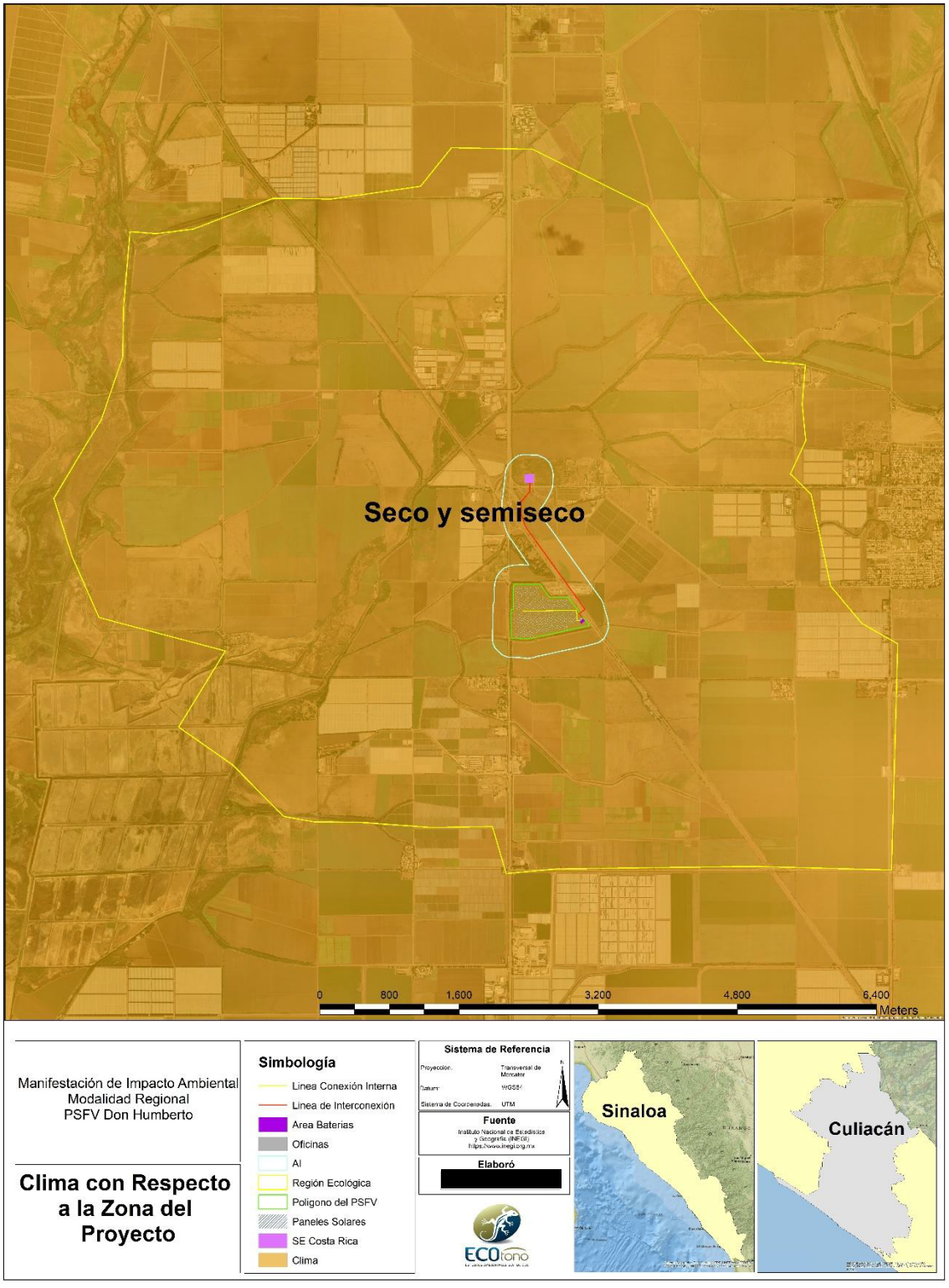


Figura III. 44 Clima presente en la RE

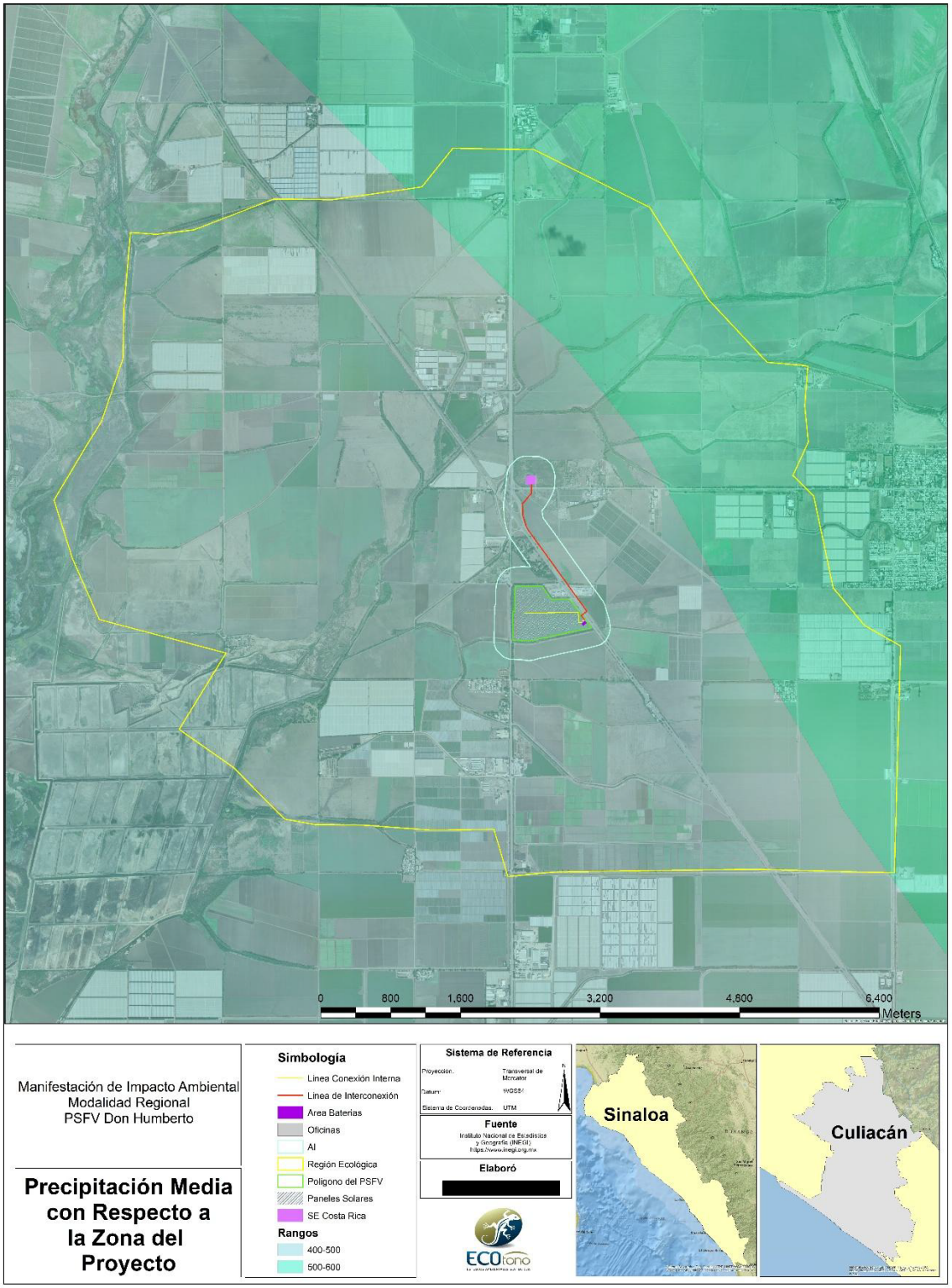


Figura III. 45 Precipitación media anual presentes en la RE

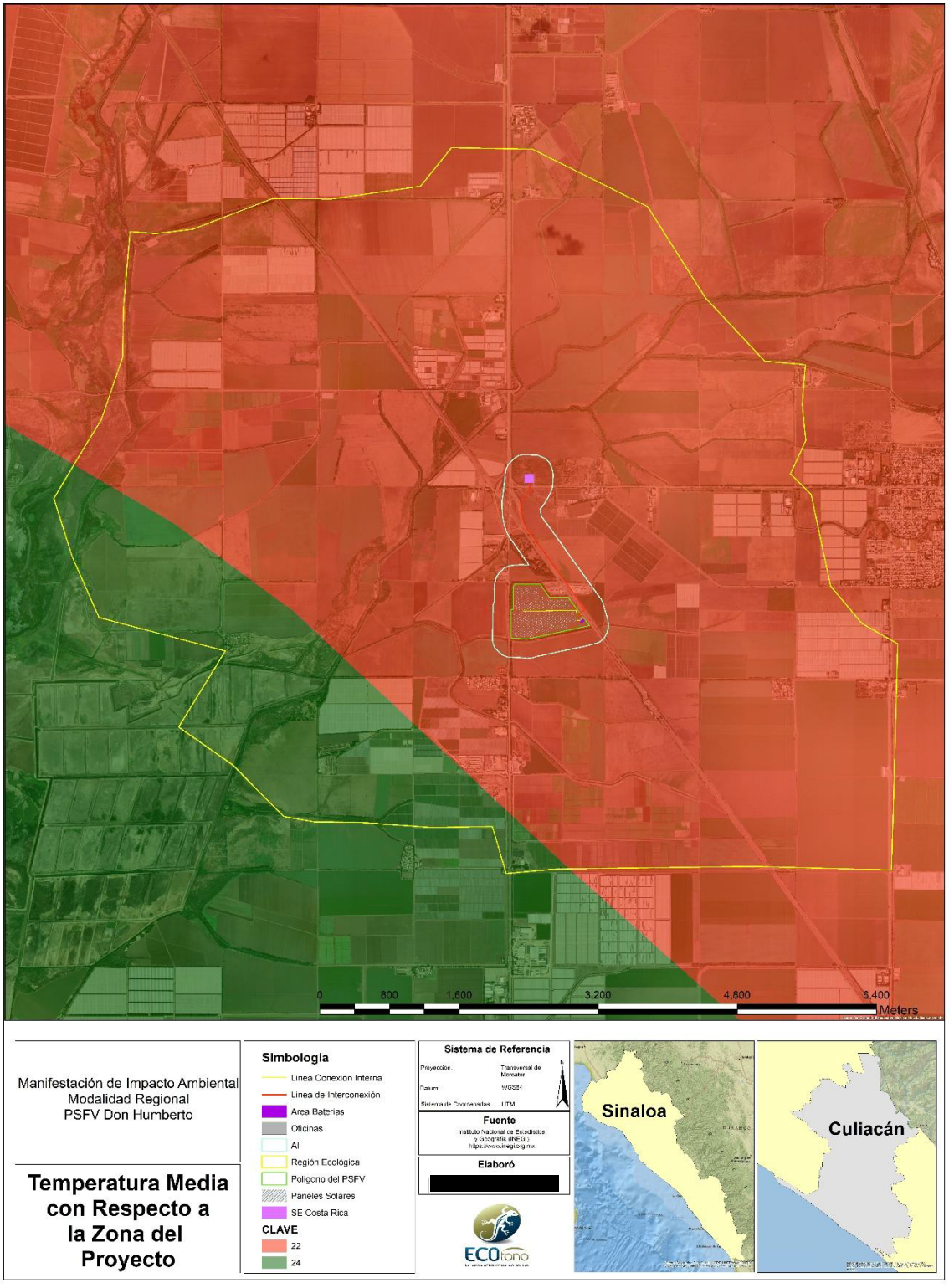


Figura III. 46 Temperatura media anual en la RE

El 48% del estado presenta clima cálido subhúmedo localizado en una franja noreste-sureste que abarca desde Choix hasta los límites con Nayarit, el 40% es clima seco y semiseco presentes en una franja que va desde El Fuerte hasta Mazatlán, el 10% es muy seco y se localiza en la zona de Los Mochis, el restante 2% es clima templado subhúmedo localizado en las partes altas de la Sierra Madre Occidental.

III.8.1.2.2 Aire

En la RE, no existen estaciones de monitoreo para determinar la calidad del aire, pero por las condiciones actuales del lugar, donde no existe ningún tipo de industria que deseche sustancias tóxicas, que ocasionen efectos indeseables tanto en el ser humano, la vegetación, los animales, las construcciones y los monumentos, se infiere que la calidad del aire es buena, debido a que es una zona de constante presencia de vientos, los cuales funcionan como dispersores de partículas suspendidas.



Figura III. 47 Imagen de la calidad del aire de la zona de la RE

III.8.1.2.3 Fisiografía

El reconocimiento de componentes bióticos constituye una primera etapa hacia una teoría biogeográfica sintética. En México podemos caracterizar 3 componentes bióticos principales, cada uno con una combinación diferente de elementos bióticos. El componente Neártico (región Neártica) incluye las áreas áridas subtropicales del norte del país, en las provincias biogeográficas de California, Baja California, Sonora, Altiplano Mexicano y Tamaulipas. En este componente predomina el elemento original (Septentrional Antiguo o Paleoamericano), junto con otro de dispersión más reciente (Neártico) y un tercero Neotropical Antiguo. Los eventos vicariantes asociados con la evolución biótica del componente Neártico se relacionan con la formación de la Sierra Madre Occidental, que aisló el desierto de Chihuahua de los desiertos de Sonora y Mohave; y la expansión del Mar de Cortés, que aisló la Península de Baja California del continente. El componente Transicional (Zona de Transición Mexicana) incluye las áreas básicamente montañosas del centro del país, que se asignan a las provincias biogeográficas de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Volcánico Transmexicano, Cuenca del Balsas y Sierra Madre del Sur. En este componente coexisten los elementos Paleoamericano, Neártico, Mesoamericano Tropical y Mesoamericano de Montaña. Los eventos vicariantes asociados con la evolución biótica del componente Transicional se relacionan con el desarrollo de las Sierras Madre y el vulcanismo del Eje Volcánico Transmexicano. El componente Neotropical (región Neotropical) incluye áreas tropicales húmedas y subhúmedas del sur de México, asignadas a las provincias biogeográficas de la Costa Pacífica Mexicana, Golfo de México, Chiapas y Península de Yucatán. En éste predomina el elemento Mesoamericano Tropical, aunque también presenta los elementos Neártico y Antillano. Los eventos vicariantes asociados con la evolución biótica del componente Neotropical se relacionan con el desarrollo de los istmos de Tehuantepec y Panamá y la inundación de las tierras bajas de Nicaragua y de la Península de Yucatán.

El relieve es la forma en que se presenta la superficie de la Tierra, en México es extraordinariamente variado, podemos encontrar desde cadenas montañosas hasta grandes planicies costeras pasando por valles, cañones, altiplanicies y depresiones entre otras formaciones. La Sierra Madre Occidental, con sus mesetas y cañones es uno de los rasgos más sobresalientes de este relieve, así como la Sierra Madre Oriental formada principalmente por rocas sedimentarias plegadas y el Eje Neovolcánico, al centro del País en donde encontramos las montañas más altas, con más de 5 mil metros de altitud.

Sin embargo, el conocimiento fisiográfico de una región implica, además de la identificación de los principales rasgos de relieve, la explicación de los procesos que intervinieron en su modelado y que le han dado su aspecto actual. Las provincias fisiográficas son regiones en el que el relieve es el resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno, así como de un mismo origen geológico o muy semejante tipo de suelo y de la vegetación que sustenta (INEGI, 2008).

El tipo de fisiografía se define con base en la geología y topografía, esta información en conjunto permite tener una visión general del tipo de relieve de la RE y del área de estudio.

El estado de Sinaloa está constituido por tres provincias fisiográficas, Llanuras Costeras del Pacífico, Sierra Madre Occidental y Meseta del Centro. La RE del proyecto se encuentra en su totalidad dentro de la provincia fisiográfica Llanura costera del Pacífico.

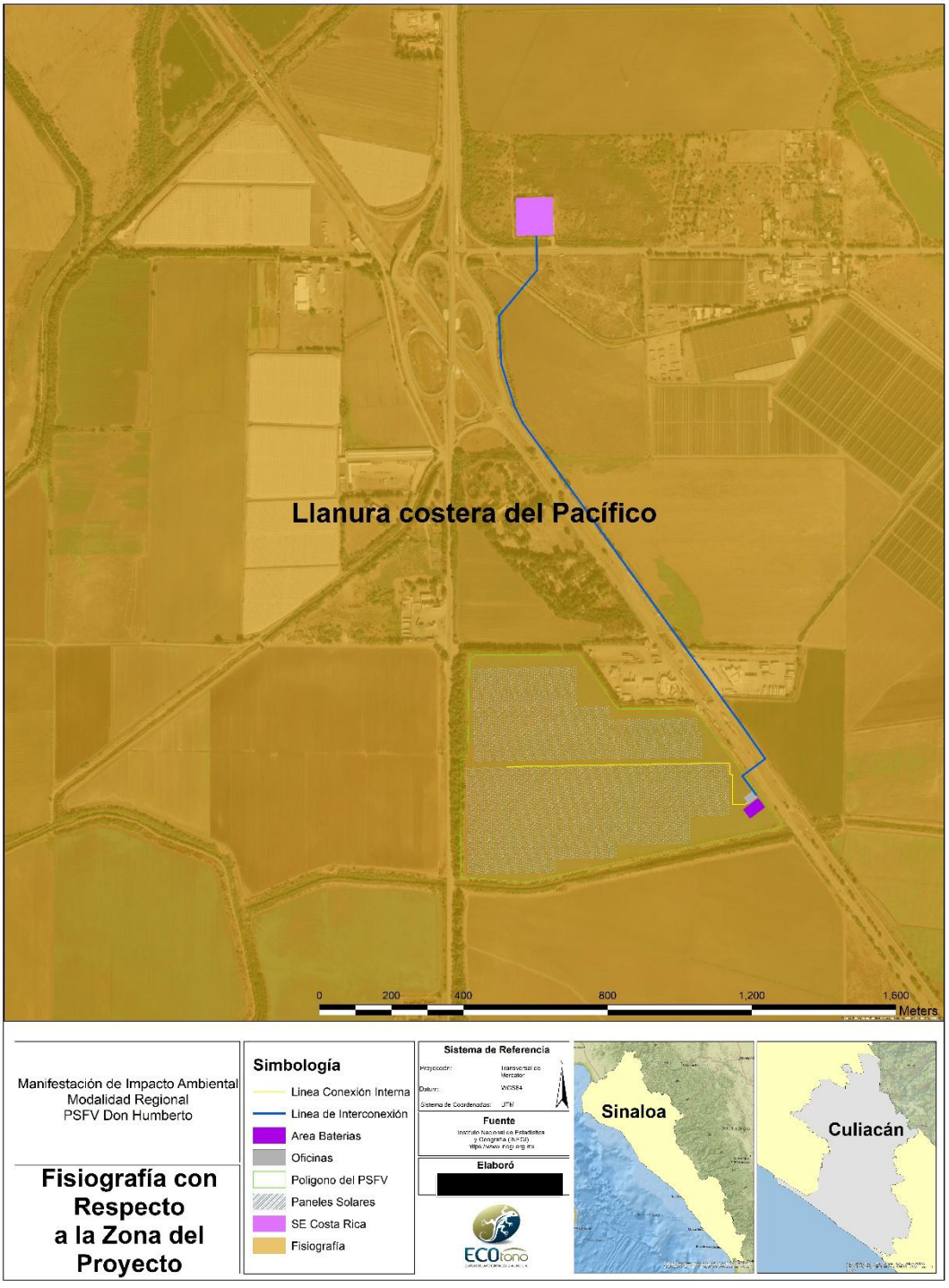


Figura III. 48 Llanura costera del Pacífico

Llanura costera del Pacífico.

La llanura costera del Pacífico es un área fisiográfica de relieve llano que abarca el litoral de México sobre el océano Pacífico desde el norte del estado de Sonora, todo el litoral marítimo de Sinaloa, y el sector norte de Nayarit desapareciendo donde las laderas de la Sierra Madre del Sur y la Sierra volcánica transversal se extienden hasta la costa del Golfo de California. Al este está limitada por la Sierra Madre Occidental.

Es una llanura alargada y angosta (no excede los 65 km de ancho), que se extiende sobre la costa. El suelo está conformado principalmente por materiales aluvionales, transportados por los ríos que fluyen desde la Sierra Madre Occidental y desembocan en el Océano Pacífico.

Esta llanura se extiende a lo largo de unos 750 km. El sector en Nayarit que se extiende por unos 150 km comprende unas 418,000 hectáreas. El sector en Sinaloa se extiende unos 560 km y comprende unas 1,6 millones de hectáreas. Sus principales ríos son el Sonoyta, el Magdalena, el Sonora, el Junio y el Yaqui en el estado de Sonora, y el río Fuerte en el estado de Sinaloa. Su clima es cálido húmedo o subhúmedo. La temperatura media ronda los 24 °C. Mientras que en las regiones más húmedas se registran unos 3000 mm de lluvia anual, en las subhúmedas ronda entre los 1000 y 2000 mm anuales.

Es de notar que en los sectores al norte del paralelo 25°N (la porción en Sonora) el clima es muy seco, con precipitaciones de 300 a 600 mm anuales. A su vez el proyecto se encuentra dentro de la subprovincia fisiográfica Llanura Costera Y Deltas de Sonora y Sinaloa.



Figura III. 49 Provincia sub fisiográfica donde se ubica el proyecto



Figura III. 50 Vista de la fisiografía de la zona del proyecto

III.8.1.2.4 Geomorfología

La geomorfología se refiere al análisis de las estructuras del relieve y de las formas impresas por los agentes morfoclimáticos (Barrera, 2002). Tal como se mencionó el proyecto se ubica en las Región Fisiográfica La llanura costera del Pacífico, específicamente en la Subregión Llanura Costera Y Deltas de Sonora y Sinaloa. El área del Proyecto se caracteriza por presentar un relieve semi plano en donde domina un sistema montañoso a los lados del proyecto con alturas que van de los 50 - 120 msnm. Las diversas

formas del terreno encontradas en el estado de Sinaloa son el resultado, por un lado, del tipo de rocas existentes, del clima y la vegetación que, juntos han contribuido por medio de los agentes erosivos a modelar el paisaje que se observa en el territorio. Esta morfología ha regido de manera importante el desarrollo de la actividad económica, social y cultural de la entidad.

La mayor parte del territorio sinaloense está constituido por terrenos planos, el resto lo forma una pequeña porción montañosa. Aproximadamente el 80% de los terrenos de la entidad se localizan por abajo de los 600 metros sobre el nivel del mar (msnm) y más de la mitad de la superficie del territorio se halla por abajo de los 150 msnm dando por resultado, una elevación media 344 msnm en el estado, menos del 1% de la superficie sobrepasa los 1,820 metros de altitud.

Las formas terrestres de Sinaloa incluyen dos principales provincias fisiográficas: 1) Las tierras bajas de la costa, 2) La Sierra Madre Occidental. Las tierras bajas de la costa sinaloense, que terminan cerca de la frontera con Nayarit y el Golfo de California, son el resultado de la "ampliación" por movimiento lateral de las placas asociadas con la falla de San Andrés durante los pasados 15 millones de años, en los que, grandes cantidades de detritus y otros materiales han sido transportados hacia la costa y mar, como resultado del fenómeno de erosión eólica e hídrica, por medio de los ríos y arroyos, creándose así una planicie costera relativamente amplia, así como la línea de costa observable en la actualidad.

Relieve

El relieve se refiere a las formas que adquiere la corteza terrestre, es decir, los montes, los valles, etc. y son consecuencia de las modificaciones que se están produciendo continuamente. En la RE, el relieve del terreno es en su mayoría es plano.



Figura III. 51 Vista satelital en donde se aprecia la zona del proyecto y la RE existente, así como la geomorfología que presenta la zona en estudio

III.8.1.2.5 Geología

La calidad del suelo es fundamental para las prácticas agrícolas. Un suelo fértil y sano le provee a las plantas los nutrientes esenciales para crecer y desarrollarse y las características físicas del suelo como su estructura y sus agregados le permiten al agua y al oxígeno llegar a las raíces de las plantas. Los suelos también se describen como "suelos sanos o suelos de calidad", porque describen suelos que no solamente son fértiles, sino que también tienen propiedades físicas y biológicas para sostener la productividad, mantener la calidad del medio ambiente y promover la sanidad de plantas y de animales. ¿Pero, a qué se le llama calidad del suelo? La calidad del suelo quiere decir la capacidad de un tipo específico de suelo de funcionar para sostener la productividad de las plantas y de los animales, mantener o mejorar la calidad del agua y del aire y también de mantener la sanidad y la vivienda de los humanos.

La textura del suelo es una característica importante que influye sobre muchos aspectos en la calidad del suelo. La clase de textura del suelo se determina por el porcentaje de arena, de limo y de barro o arcilla que contiene. Generalmente, los suelos están compuestos de partículas de tres diferentes tamaños. Las partículas de la arena son relativamente grandes, las de la arcilla son pequeñísimas en comparación a las de la arena y a las partículas de limo que son medianas. La arcilla y el limo retienen más agua y más nutrientes para las plantas que las partículas de la arena. La textura es una propiedad única del suelo que no cambia nunca ni bajo diferentes prácticas de manejo. Los cuatro tipos de suelos se clasifican en arenosos; suelos francos y arcillosos o barros. Esta clasificación se basa en el tamaño de las partículas que tiene cada tipo de suelo

Como se puede apreciar en la siguiente imagen, el tipo de rocas presentes en la RE corresponde a suelo.

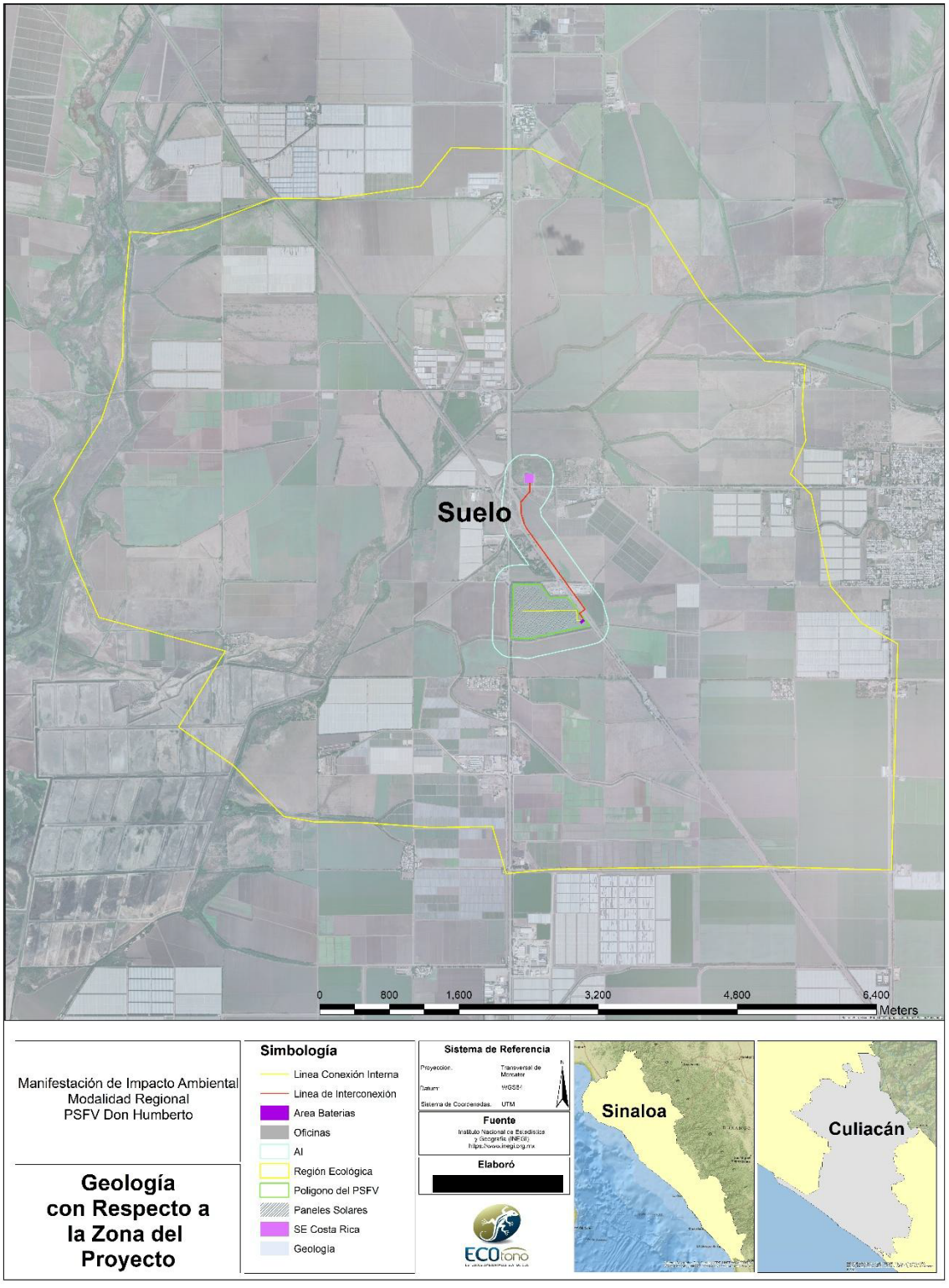


Figura III. 52 Unidades Geológicas en la RE y en la zona del proyecto

III.8.1.2.6 Susceptibilidad a fenómenos naturales

En la Tierra ocurren diferentes tipos de desastres naturales, estos desastres son provocados por diversos motivos, y aunque causan pérdidas, es un proceso natural como su nombre lo indica, pero a pesar de serlo, el ser humano contamina el planeta lo que provoca a su vez un calentamiento de la Tierra que hace que el planeta se descontrole y por esto los desastres ocurran con mayor frecuencia. Los más conocidos son los tsunamis, huracanes, inundaciones y terremotos.

Algunos de los desastres más graves ocurridos en México en los últimos 20 años son:

- El sismo de la ciudad de México, en 1985
- El sismo de la Ciudad de México en septiembre de 2017
- El huracán Gilberto, en 1988
- El huracán Paulina, en 1999
- Las inundaciones en Veracruz, en 1999
- El huracán Keith, en 2000
- Las inundaciones en los estados del centro y sur del país, en 2003
- El huracán Stans en el Sureste, en 2005
- El huracán Wilma en Quintana Roo, 2005
- Las inundaciones de Tabasco, en 2007
- El huracán Jimena en Baja California y Sinaloa, 2009
- Inundaciones en los estados de México, Veracruz y tabasco, 2009
- Inundaciones en los estados de Guerrero y Michoacán, 2013

El estado de Sinaloa no es susceptible a sufrir todos los peligros de origen natural, sin embargo, por su ubicación geográfica y su orografía, de acuerdo con Maciel et. al. (1997) a partir de las encuestas realizadas en y la revisión de la información para el municipio, se obtuvo como resultado que los fenómenos naturales que podrían provocar una mayor amenaza para la población son: inundaciones, movimientos de masa, agua de mala calidad y gases en el suelo.

Sismicidad

La mayoría de los sismos iguales o mayores a 4.5 grados Richter localizados en la República Mexicana entre 1964 y 2017 se ubican en la superficie de contacto entre las placas tectónicas norteamericana y de Cocos, zona de subducción y, geológicamente, de alta peligrosidad sísmica; no obstante, se observan algunos eventos en el centro del País como resultado de movimientos interplaca que afectan directamente a esta zona. De los 181 registros con que cuenta la base del SSN de sismos mayores a 6.4 grados Richter, más de 75% se localizan en las costas de los estados de Jalisco, Michoacán de Ocampo, Guerrero, Puebla, Oaxaca y Chiapas, así como en las costas de Guatemala. Las entidades que registraron el mayor número en el periodo de observación son Guerrero y Oaxaca, pues 57% de los eventos ocurridos en la costa mexicana del Pacífico presentaron epicentros en dichas regiones. La distribución de las magnitudes está concentrada entre 6.5 y 7 grados Richter; se han presentado ocho sismos con magnitudes mayores a 7.7 grados, los cuales se ubican a lo largo de la costa, y sus ocurrencias se relacionan con el acomodamiento de la placa de Cocos por debajo de la norteamericana.

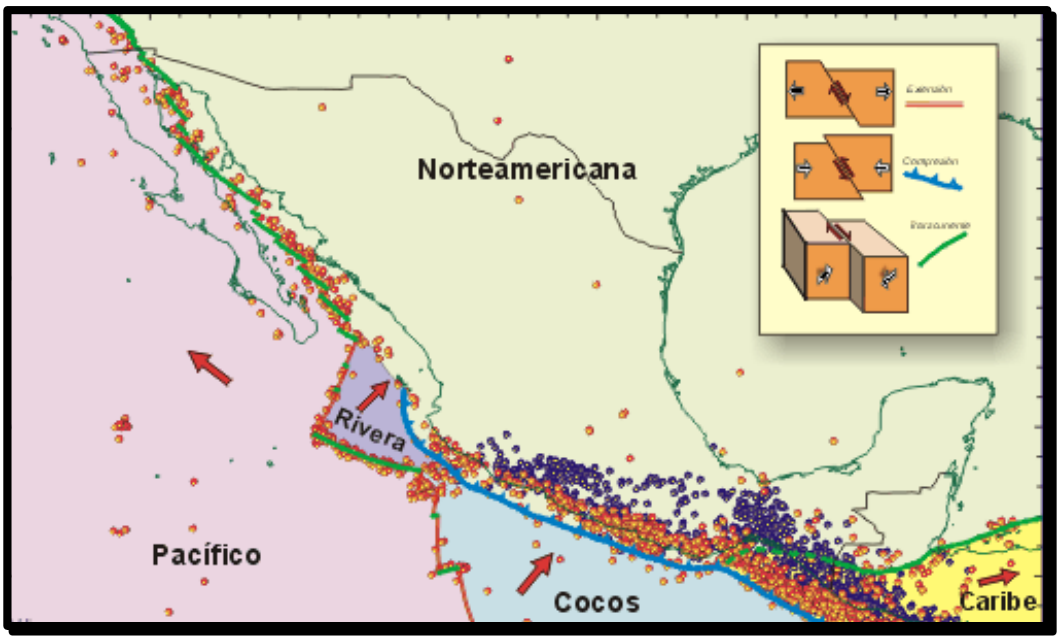


Figura III. 53 Muestra las placas tectónicas y los tipos de fallas que hay en nuestro país

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico.

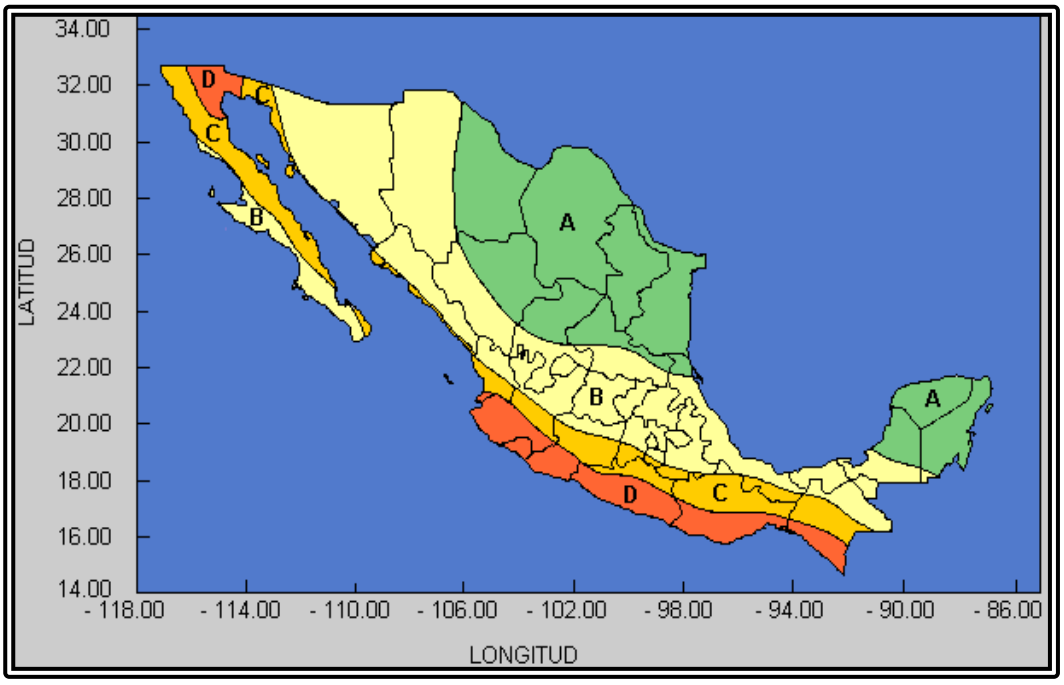


Figura III. 54 Regionalización sísmica de la república mexicana

Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

- La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. (Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad)

En este sentido se hace mención de que el Proyecto se localiza en una zona, donde no se registran sismos tan frecuentes o bien son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70 %, de aceleración del suelo, lo anterior, según la Clasificación de los municipios de la República Mexicana de acuerdo con la Regionalización Sísmica (CENAPRED, 2010). Por lo que la obra deberá considerar elementos necesarios para cuando pueda ocurrir un evento de esta naturaleza.

Es de su conocimiento que, en el estado de Sinaloa no hay gran actividad sísmica y en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) no hay registros en los últimos 8 años de actividad sísmica relevante en este estado.

Vulcanismo

El Proyecto Don Humberto, no se encuentra en un área con actividad volcánica, tal como lo muestra la siguiente figura.



Figura III. 55 Situación del proyecto con los volcanes activos

Inundaciones

El Proyecto se encuentra en una zona propensa a inundaciones, pero en el diseño de ingeniera ya se contempló esta situación.

III.8.1.2.7 Edafología

En México existen 25 unidades de suelo reconocidas por la FAO; los Leptosoles, Regosoles y Calcisoles son los suelos de más amplia distribución nacional cubriendo cerca del 60.7% de la superficie del país. Por lo general son suelos someros con poco desarrollo, lo que dificulta su aprovechamiento agrícola; por el contrario, los suelos fértiles y más explotados (Feozems y Vertisoles) sólo ocupan el 18% de la superficie del país.

La formación de suelo es un proceso largo de cientos a miles de años, por lo que es considerado como un recurso no renovable. Actualmente el suelo es considerado como un ecosistema y como parte del medio biológico, ya que no hay suelos sin organismos; algunas de las funciones de los suelos son:

- Constituyen el medio natural donde se desarrolla la vegetación y los cultivos agrícolas;
- En ellos se descomponen los residuos orgánicos y reciclan los nutrimentos;

- Son reguladores de la calidad del agua y del aire, pues funcionan como un reactor: filtrando, amortiguando y transformando compuestos;
- Representan el hábitat de muchos organismos;
- Son el medio de sostén de la estructura socioeconómica, habitación, desarrollo industrial, sistemas de transporte, recreación, etc.;
- Son fuente de materiales como arcilla, arena, grava y minerales.

En lo que respecta al municipio, cuenta con cinco unidades de suelo distribuidas en su superficie territorial, siendo estas: Andosol, Gleysol y Vertisol. Siendo la unidad de tipo Vertisol las más abundante.

En este sentido y como consecuencia de la interacción climática, geológica, de vegetación y relieve, el estado de Sinaloa cuenta con una amplia gama de unidades edáficas. En dicho estado se puede encontrar 12 de los 30 grupos de suelo reconocidos por la Base Referencial Mundial para el Recurso del Suelo (WRB, 2000); cuatro de los 12 grupos comprenden el 85.58 % de la superficie estatal. En este sentido, dentro del Sistema Ambiental Regional se pueden localizar tipo de suelo como Arenosol, Gleysol, Leptosol, Lluvisol, Feozem y Vertisol, siendo este último predominante en la zona del Proyecto.

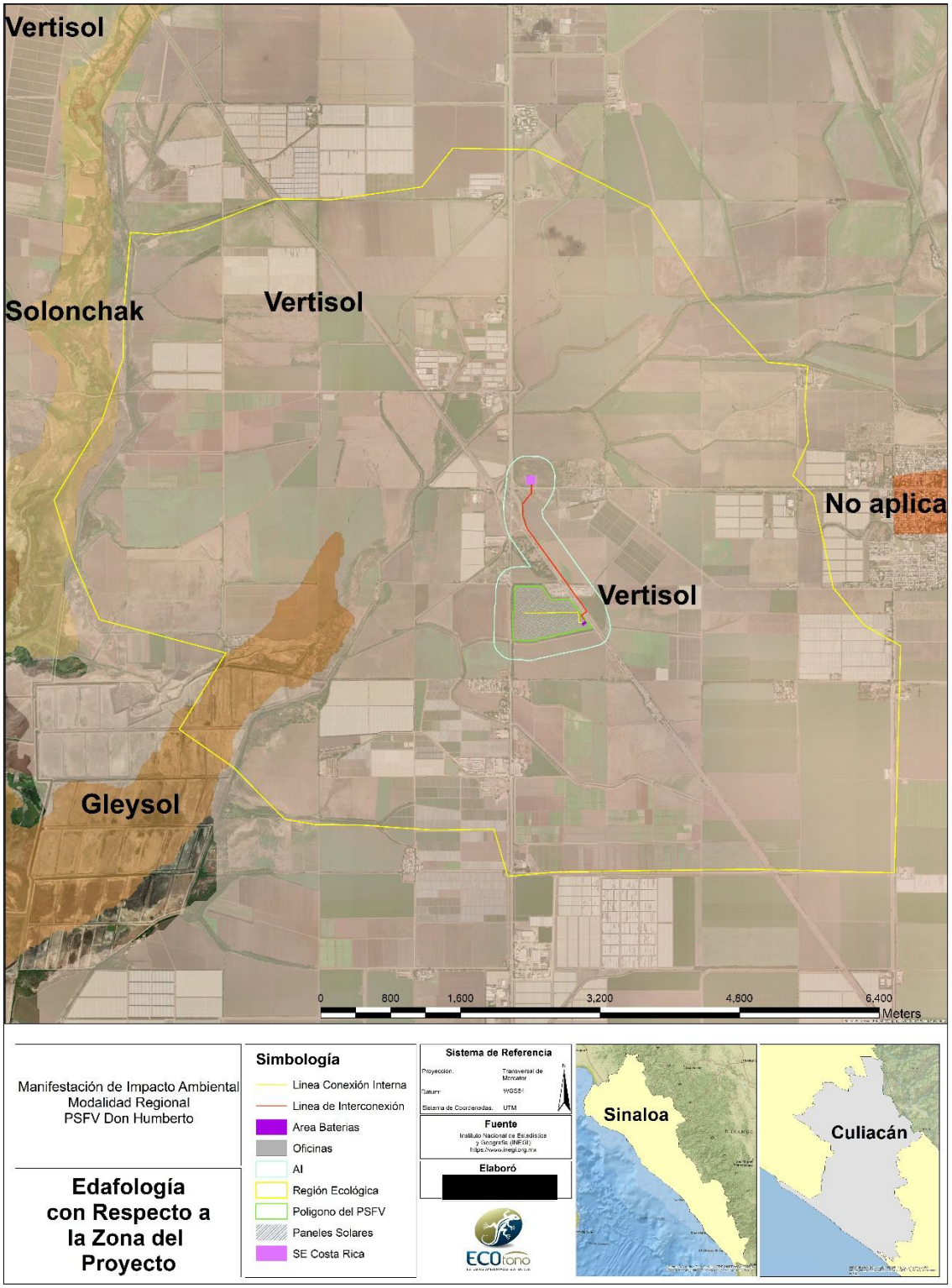


Figura III. 56 Edafología presente en la RE

- **Vertisol**

Los Vertisoles son un Grupo de Suelos de Referencia de la clasificación de suelos World Reference Base for Soil Resources (WRB) y un orden de la Soil Taxonomy. Un Vertisol es aquel suelo, generalmente negro, en donde hay un alto contenido de minerales de arcilla expansiva, entre ellos muchas montmorillonitas, que forman profundas grietas en las estaciones secas, o en años secos. Las expansiones y contracciones alternativas causan autolabranza (self-ploughing), donde el material del suelo se mezcla consistentemente entre sí, causando muchos Vertisoles con un horizonte A extremadamente profundo y sin horizonte B. (Un suelo sin horizonte B se denomina suelo A/C soil). Esto también produce en ascenso de material interno a la superficie creando microrrelieves conocidos como gilgai.

Los Vertisoles se forman típicamente de rocas altamente básicas tales como basalto en climas estacionalmente húmedos o sujetos a sequías erráticas y a inundación. Dependiendo del material parental y del clima, pueden oscilar del gris o rojizo al más familiar negro (tierra negra en Argentina y en Australia).

Los Vertisoles se hallan entre los 50° N a 45° S del ecuador terrestre. Las mayores áreas donde los Vertisoles dominan son las del este de Australia (especialmente Queensland, New South Wales), la meseta de Decán en India, sur de Sudán, Etiopía y Chad (la Gezira), y la provincia de Entre Ríos entre el río Paraná y el río Uruguay y su adyacente área occidental de Uruguay. Otras áreas donde los Vertisoles dominan incluyen el sur de Texas, norte y occidente de México, las planicies en América central, el norte de Nigeria, Tracia, y partes del este de China.

En su estado natural, los Vertisoles están cubiertos de pastos o bosques pastizados. Su textura pesada e inestable molestan al crecimiento forestal. Las tierras con Vertisoles se usan generalmente para pastoraje de ganado. No hay problemas con heridas producidas por caer en las grietas durante periodos de seca. Esa actividad intensa de la arcilla forma rápidas compactaciones.

Cuando se hace riego, los cultivos como algodón, trigo, sorgo, arroz crecen bien. Los Vertisoles son especialmente buenos para el cultivo del arroz debido a su impermeabilidad cuando se saturan. La agricultura de secano es muy dificultosa debido a que solo pueden trabajarse en un rango de humedad muy estrecho: son extremadamente duros en seco, y demasiado plásticos en húmedo. En Australia, los Vertisoles son altamente apreciados, porque son los únicos suelos sin deficiencias de fósforo disponible. Algunos los llaman Vertisoles costrosos, por una capa "fragipan" dura y fina en seco, que puede persistir por 2 a 3 años antes de aflojarse lo suficiente como para permitir la siembra.

Los Vertisoles producen peculiares formas del paisaje, como los gilgais, pequeños y efímeros lagos de forma circular formados en una depresión en la superficie de un suelo muy rico en arcilla o Vertisol. Estos suelos se expanden y contraen fácilmente dando lugar a elevaciones y hundimientos del terreno que adquieren formas regulares

geométricas. Asimismo, se aplica el término a los micro relieves superficiales en el mismo tipo de terrenos, consistentes en montículos y depresiones.

- **Gleysol**

Los Gleysoles son un Grupo de Suelos de Referencia del sistema World Reference Base for Soil Resources (WRB). Gleysoles son suelos con influencia de agua freática encima de una profundidad de 40 cm. En la mayoría de los Gleysoles se distingue un horizonte permanentemente saturado con agua freática y encima del mismo un horizonte del ascenso capilar. En el horizonte saturado se presentan condiciones reductoras, se forman hierro y manganeso reducidos (Fe2+ y Mn2+), y el horizonte presenta colores de reducción (gris, negro, azul claro etc.). Fe2+ y Mn2+ se mueven hacia arriba con el agua ascendente y se reoxidan en las superficies de los agregados, a donde llega el oxígeno del aire.

Gleysoles se encuentran en depresiones en todo el mundo, pero con áreas más largas en climas con mucha precipitación o con poca evapotranspiración. Ocupan unos 625 millones de hectáreas. Domina una vegetación higrófila. Muchos cultivos agrícolas no crecen bien en Gleysoles, pero Gleysoles son muy aptos para arroz inundado.

III.8.1.2.8 Hidrología superficial y subterránea

El área de estudio se encuentra ubicado en el municipio de Culiacán en el estado de Sinaloa, se encuentra inmerso dentro de la Región Hidrológica Sinaloa, dentro de la Cuenca Hidrológica Río Culiacán, como ya se mencionó, el Proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria, la más cerca es la denominada RHP Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón.

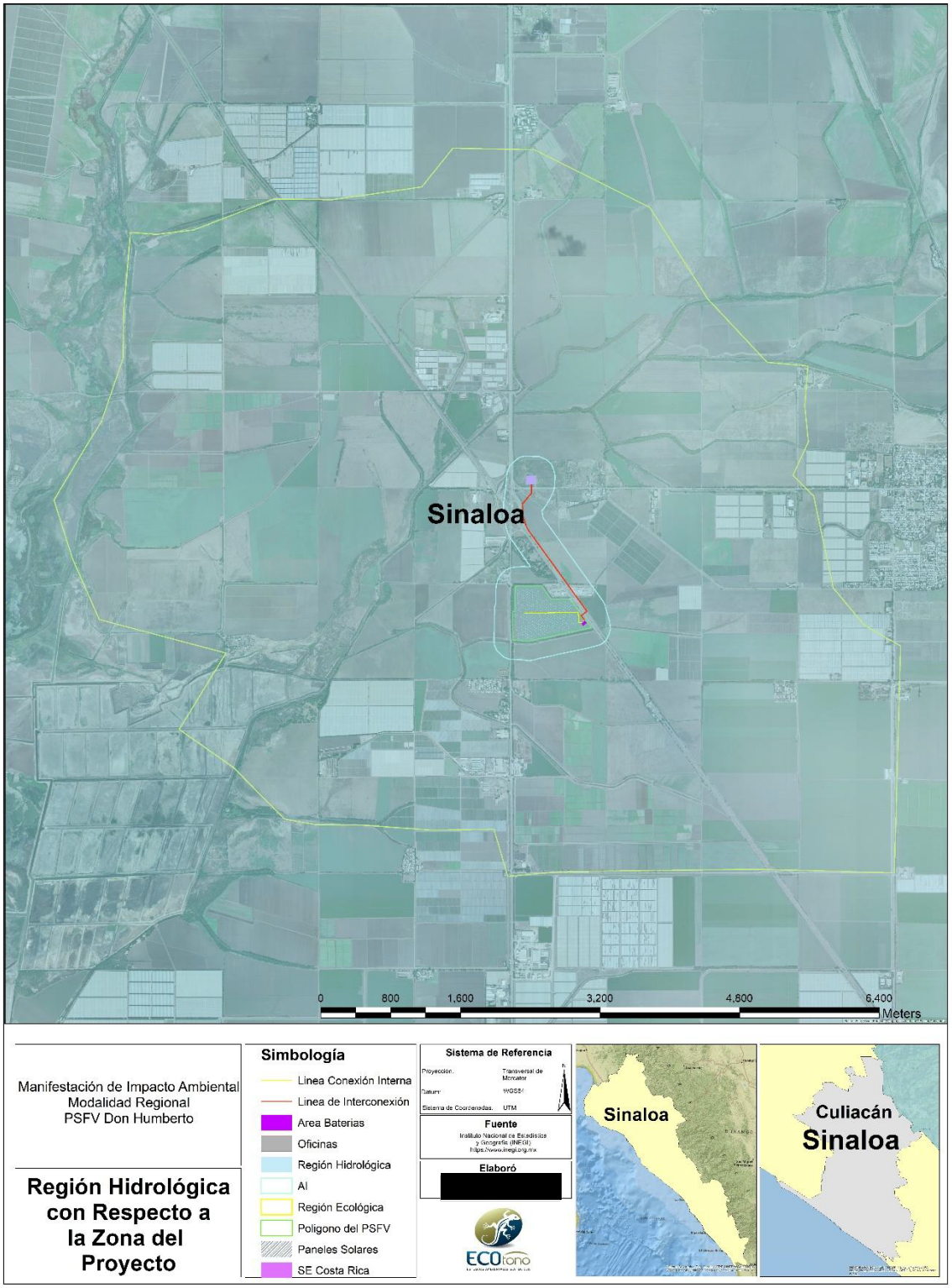


Figura III. 57 Región hidrológica respecto a la zona del proyecto

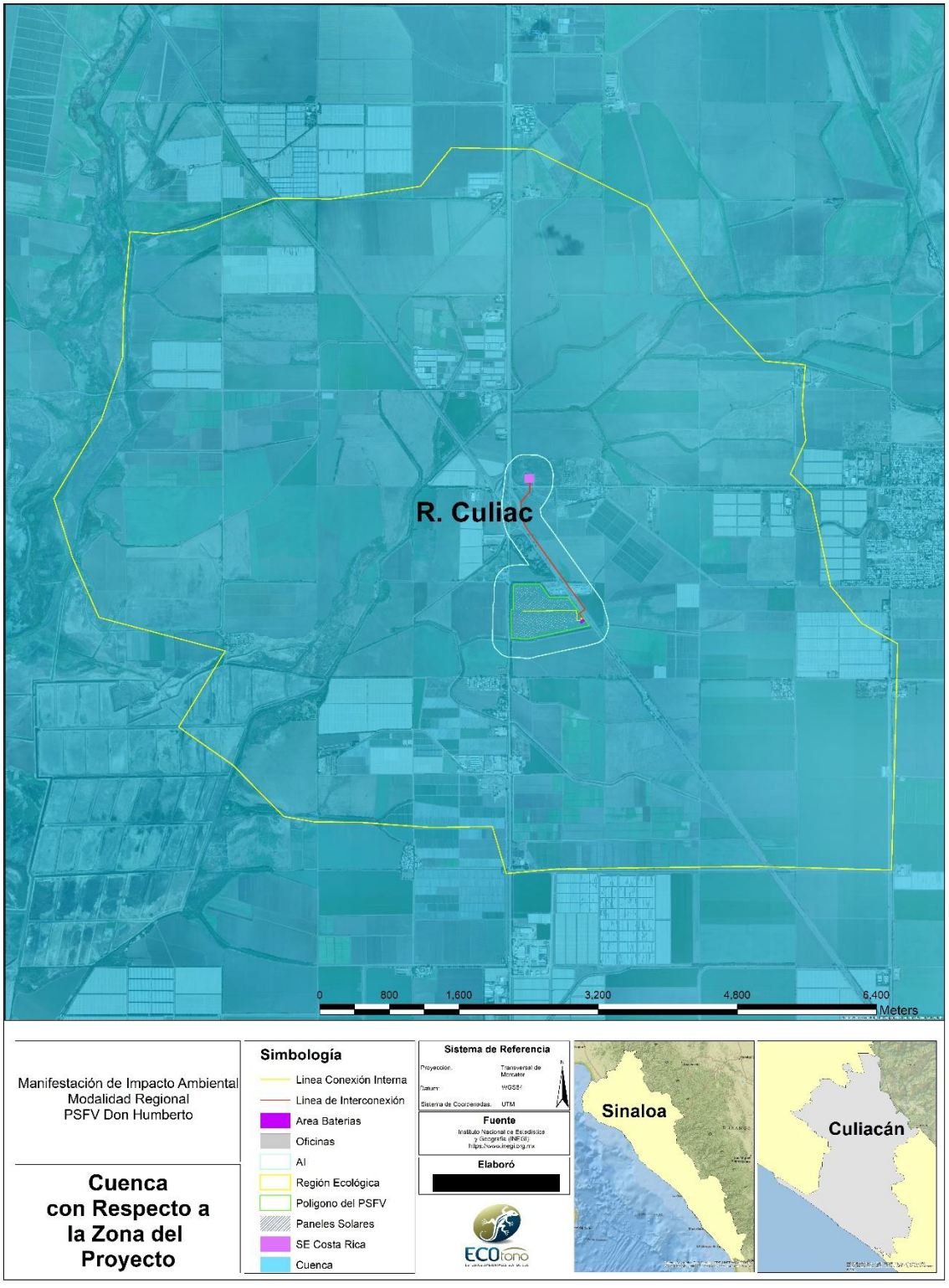


Figura III. 58 Cuenca en la zona del proyecto

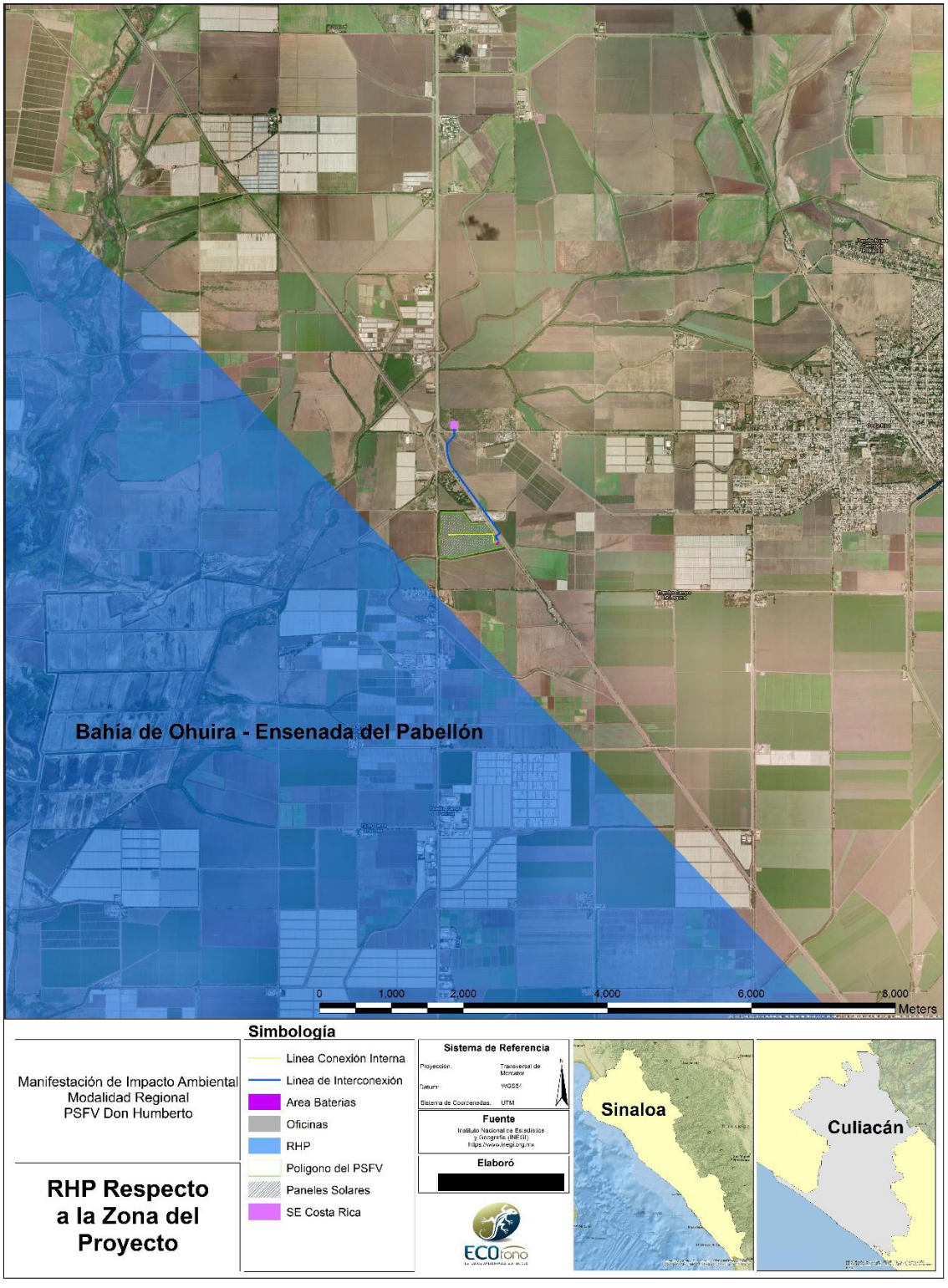


Figura III. 59 RHP con respecto a la zona del proyecto

El estado de Sinaloa es disectado y drenado por 11 corrientes hidrológicas entre las que sobresalen en el norte, los Ríos Fuerte, Sinaloa y Evora o Mocorito; en el centro, los Ríos Humaya, Tamazula, Culiacán, San Lorenzo y Elota; en el sur, los Ríos Piaxtla, Baluarte y Cañas. Todos ellos en conjunto acarrean un promedio de 15,200 millones de metros cúbicos anuales, esto, sumado a la infraestructura hidráulica en operación, sustenta la base de la agricultura sinaloense y la generación de energía eléctrica, factores muy importantes en el desarrollo económico de la región, que sitúan al Estado como uno de los de mayor potencial hidrológico en la vertiente del pacífico.

La mayoría de los ríos que cruzan el territorio sinaloense, tienen su origen en el flanco occidental de la Sierra Madre Occidental en los estados de Chihuahua y Durango, pero influenciados por la morfología local; el curso inferior de los mismos tiende hacia el estado de Sinaloa, en donde el agua es retenida y almacenada en presas y diques para su posterior aprovechamiento en el riego de grandes superficies de terreno localizados en la planicie costera.

La Cuenca Hidrológica Río Culiacán se ubica en el estado de Sinaloa, abarca parcialmente los municipios de Culiacán, Navolato, Mocorito, Badiraguato y Cosalá. Forma parte de la cuenca hidrográfica río Culiacán perteneciente a la Región Hidrológica Sinaloa (RH10).

Tabla III. 23 Porcentaje de expansión de la RH Culiacán

Municipios por estado Cuadro A

Estado / Municipios	Porcentaje Total	Porcentaje Parcial
Sinaloa	100.00	
Culiacán		68.22
Navolato		24.14
Cosalá		5.57
Badiraguato		1.26
Mocorito		0.81

Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico, 2010, Versión 5.0A.

Se encuentra entre los paralelos 25° 8' 29.67" y 24° 27' 52.61" de latitud norte; asimismo está comprendida entre las coordenadas 107° 46' 1.21" y 106° 51' 34.13" de longitud oeste, limita con las cuencas Sinaloa N/D 28 y Río San Lorenzo al sur; Río Humaya al norte; Río Tamazula y Río San Lorenzo 2 al este; Río pericos 1 y 2 al oeste. Todas pertenecientes a la RH10 Sinaloa.

Tiene un área y un perímetro aproximados de 2 596.82 km² y 397.57 km, respectivamente. La altitud mínima es de 0 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) y la máxima de 1 144 m s.n.m. sobre la zona costera, en la laguna de Pabellones. Pertenece a la región administrativa III Pacífico Norte. Abarca parcialmente dos regiones prioritarias: hidrológica (Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón) y terrestre (Marismas Topolobampo - Caimanero y Río Hu-maya).

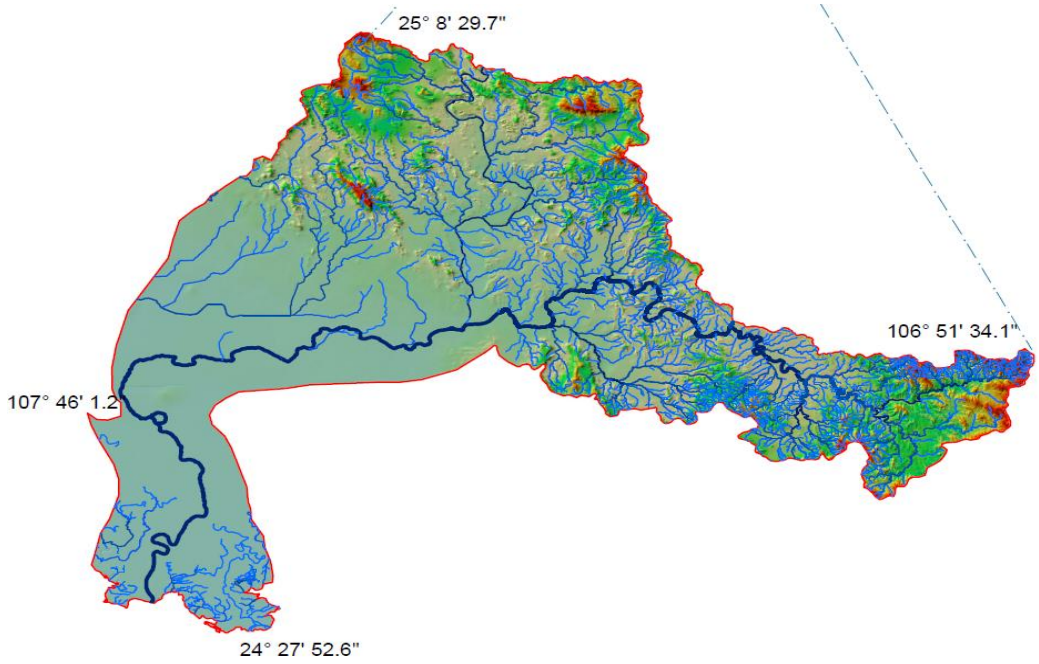


Figura III. 60 Vista de la cuenca hidrológica

Como se observa en la cartografía y en la imagen siguiente, en la zona del Proyecto no existen escurrimientos de agua ni ríos, es decir el Proyecto no afectará los escurrimientos existentes, ni afectará la recarga de los recursos hidrológicos de la zona, ya que no se realizará sellamiento del suelo.



Figura III. 61 Vista de la zona del proyecto

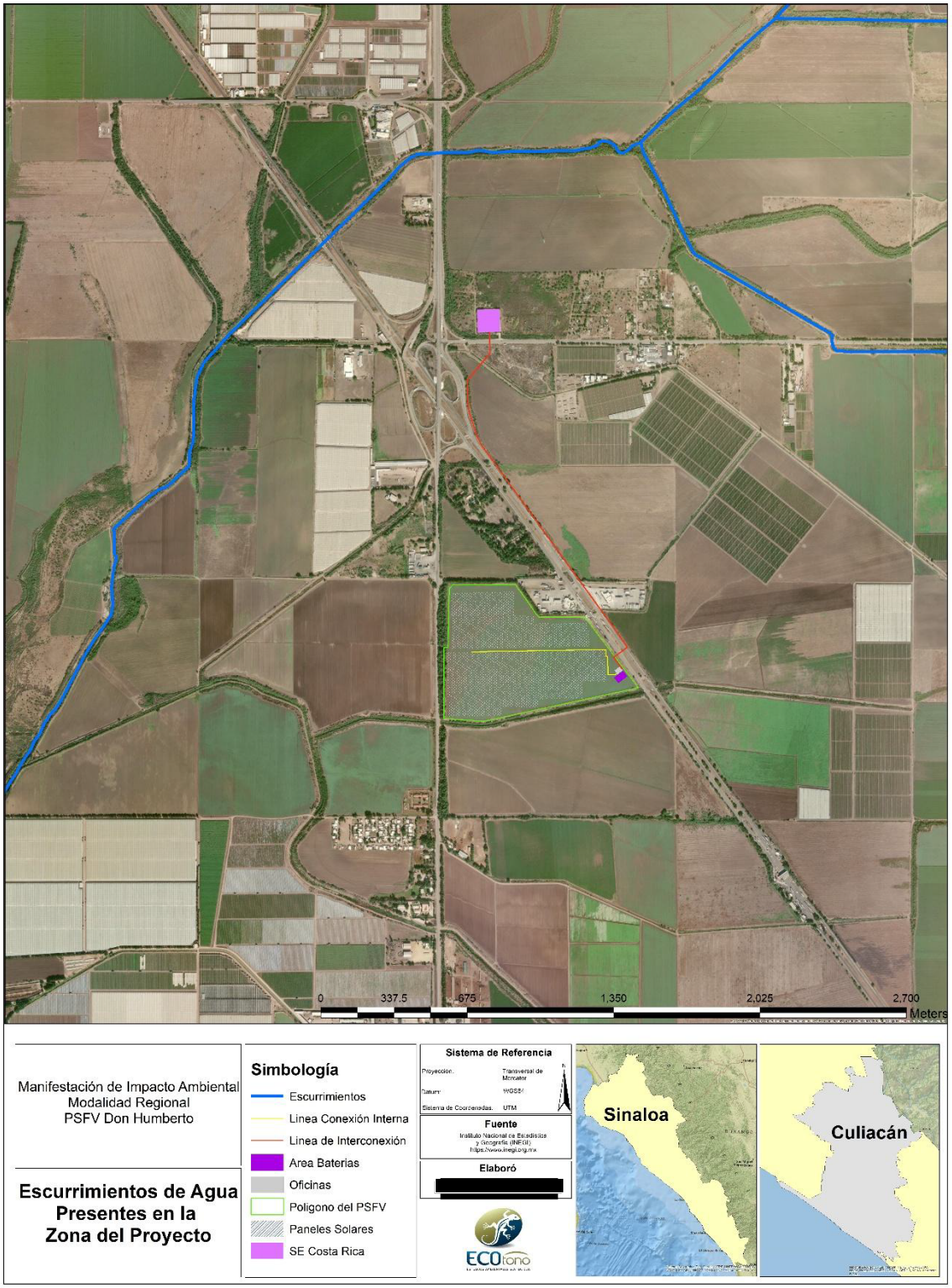


Figura III. 62 Red hidrográfica en la zona del proyecto

Hidrología subterránea

En nuestro país se han definido 653 acuíferos que cubren la totalidad del territorio nacional. Dada la extensión del territorio y a lo costoso de los estudios, en muchos acuíferos no es posible aplicar un balance de aguas subterráneas que considere la diferencia entre la suma total de las entradas (recarga) y la suma total de las descargas debido a la ausencia de información de niveles piezométricos, censos de pozos, pruebas de bombeo, etc. Sin embargo, existe información cartográfica temática de topografía, edafología, geología, vegetación y de isoyetas que cubre la totalidad del territorio nacional a escala 1:250000 la cual puede ser utilizada, mediante combinaciones de álgebra de mapas, para estimar la componente vertical de la recarga en los acuíferos.

El estado de Sinaloa se encuentra sobre 14 acuíferos; el Proyecto Don Humberto se encuentra dentro de los acuíferos Río Culiacán y Río San Lorenzo.

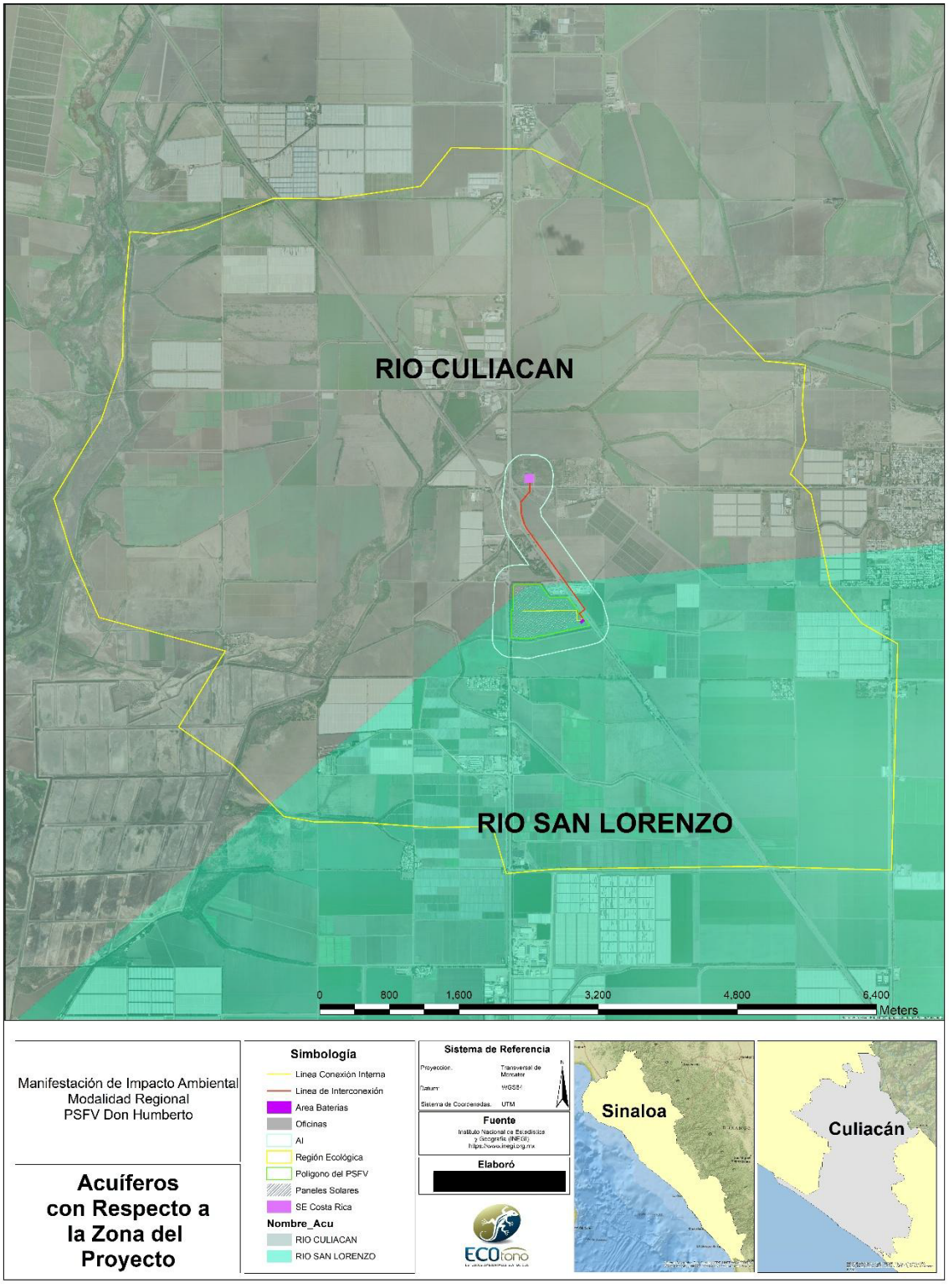


Figura III. 63 Acuíferos con relación a la zona del proyecto

Acuífero Río Culiacán

El acuífero Río Culiacán, clave 2504, se localiza en la porción central del estado de Sinaloa, abarca una porción al sur del estado de Chihuahua y una porción al oeste del estado de Durango; comprende una superficie de 20,389 kilómetros cuadrados, y abarca totalmente al municipio de Topia del estado de Durango, así como un área considerable de los municipios de Navolato, Culiacán, Badiraguato y Mocorito del estado de Sinaloa; Tamazula, Canelas, Tepehuanes y Guanaceví del estado de Durango y el municipio de Guadalupe y Calvo del estado de Chihuahua, así como pequeñas porciones de los municipios de Angostura, Cosalá, Salvador Alvarado y Sinaloa del estado de Sinaloa, y Santiago Papasquiaro del estado de Durango; administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Norte.

Los límites del acuífero Río Culiacán, clave 2504, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas se presentan a continuación y que corresponden a las incluidas en el "ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.

De acuerdo con los resultados del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, para el año 2005 la población total en el área que comprende el acuífero Río Culiacán, clave 2504, era de 920,267 habitantes y para el año 2010 era de 984,643 habitantes, distribuidos en 2,414 localidades, de las cuales 14 correspondían a localidades urbanas que concentraban a la mayor parte de la población, ya que en ellas vivían 803,594 habitantes, mientras que 181,049 habitantes estaban distribuidos en 2,400 localidades rurales. La tasa de crecimiento poblacional en el territorio que abarca el acuífero, evaluada del año 2005 al 2010 era de 1.4 por ciento anual, que es superior a la tasa de crecimiento estatal de 0.9 por ciento anual, de acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía al año 2010.

Las principales ciudades en toda la extensión territorial del acuífero son Culiacán de Rosales, capital del Estado de Sinaloa, con 675,773 habitantes, Navolato con 29,153 habitantes, Costa Rica con 24,874 habitantes y Licenciado Benito Juárez (Campo de Gobierno) con 24,185 habitantes; localidades urbanas con menor población son General Ángel Flores (La Palma) con 9,812 habitantes, El Diez con 6,939 habitantes, Pericos con 6,341 habitantes, Adolfo López Mateos (El Tamarindo) con 5,546 habitantes, así como Culiacancito, San Pedro, Badiraguato, El Limón de los Ramos, El Castillo y Juan Aldama (El Tigre), con menos de cinco mil habitantes.

Los municipios que abarca el acuífero Río Culiacán, clave 2504, presentan un nivel de desarrollo socioeconómico desde bajo hasta altamente especializado en los servicios, sobre todo en las ciudades de Culiacán de Rosales y Navolato. Culiacán es el municipio con mayores servicios de impartición de educación, así como buenas carreteras federales, servicio de transporte público suficiente, internet gratuito, oficinas postales, repetidoras de televisión, radiodifusoras y el único aeropuerto internacional. Los servicios

de agua, luz y drenaje están presentes en casi todos los municipios. En los municipios de Topia, Tamazula, Canelas, Tepehuanes y Guanaceví del Estado de Durango, la comunicación con el resto del Estado de Sinaloa se realiza por medio de caminos de terracería. Hasta ahora Culiacán de Rosales y Navolato, son las ciudades con mayor número de habitantes e indicadores de desarrollo en sus zonas urbanas, las cuales se estima conurbarán en el corto plazo.

La principal actividad económica de la región es la agricultura; predomina la propiedad ejidal seguida por la propiedad privada. Los principales cultivos que se producen son maíz, sorgo, caña de azúcar, tomate, alfalfa, frijol y garbanzo; producidos en los Distritos de Riego No. 010 "Culiacán-Humaya", con 212,141 hectáreas y el Distrito de Riego No. 109 "Río San Lorenzo", con 69,399 hectáreas, que se caracterizan por contar con sistemas de riego por gravedad y de riego tecnificado. También se practican la fruticultura y la floricultura en menor escala, así como la producción de guayabo, ciruelo, litchies, mango y recientemente cítricos como el limón persa.

El municipio de Culiacán es el líder nacional de la industria alimentaria con una producción destacada a nivel nacional de maíz; además lidera la producción de hortalizas como tomate, pepino, chile, berenjena, calabaza y frutas como mango, frijol y sorgo. Fuera de las zonas de riego y en las zonas altas del acuífero, donde la topografía es abrupta, la agricultura se practica de manera rudimentaria, debido a que las condiciones del terreno no permiten la utilización de maquinaria moderna, prevaleciendo las actividades de fruticultura, como el cultivo de manzana y durazno.

La actividad forestal es de suma importancia, favorecida por las condiciones naturales de las sierras, se aprovecha una gran variedad de árboles como pino, encino, madroño, Brasil, palo colorado y nogal.

La ganadería es importante para los municipios emplazados sobre el acuífero, con la cría y engorda de ganado bovino, caprino, ovino y porcino y la producción de carne y leche, derivados de estas especies, colocando a la Ciudad de Culiacán de Rosales en los primeros lugares nacionales. También la industria avícola tiene un importante desarrollo, con la cría y engorda de cientos de miles de pollos al año.

La pesca se práctica en las presas Adolfo López Mateos, Sanalona y Heladio Serrano Gastélum. La pesca en la región se ha caracterizado por ser una actividad con amplia participación productiva de los sectores social y privado. De esta actividad, se obtiene una gran diversidad de especies; destacan por sus importantes volúmenes de producción, recursos como atún, camarón, sardina, especies de escama, jaiba, cazón y tiburón. La acuacultura mantiene a Sinaloa como el principal productor de especies marinas del país, entre las que predomina el camarón y algunas especies de agua dulce como la mojarra tilapia, lobina y carpa, y recientemente, se han integrado otros proyectos de desarrollo como el cultivo de la langosta.

La minería está presente en casi todos los municipios que comprende el acuífero, donde se encuentran yacimientos minerales de oro, plata, cobre, plomo, talco, zinc, cadmio, caolines, calizas, yeso, grava, arena, vetas argentíferas y de mercurio, en lugares como El Pueblo, Barranca de Topia y Sianori con poco desarrollo por lo abrupto del terreno. El mineral de Guanaceví, donde se produce oro-plata-plomo-zinc-cobre, se encuentra en vetas que levantan sus crestones en varios kilómetros de la sierra, siendo las principales las de Paleros, donde se producen alrededor de 700 toneladas por día. También se han explotado fuertes volúmenes de metales de altas leyes, como el mineral de San Pedro, mientras que en el municipio de Guadalupe y Calvo se prospectó oro y plata epitermal. También en la región de Topia hay mineralización de oro-plata-plomo-zinc. La extracción la realizan importantes compañías mineras como "Peñoles" y "Endeavour Silver Corp", que aprovechan oro, plata, plomo, estaño, zinc y mercurio, en minas como La Tovar, Mina Grande, La Esperanza y Rosario.

Acuífero Río San Lorenzo

El acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, es un acuífero costero que se localiza en la porción centro del estado de Sinaloa, cubre una superficie de 11,822 kilómetros cuadrados y comprende parcialmente a los municipios de Cosalá, Culiacán y Elota, del Estado de Sinaloa, así como a los municipios de Santiago Papasquiaro, Canatlán, San Dimas, Tepehuanes, Canelas, Tamazula y Otaez, del estado de Durango. Administrativamente el acuífero corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Norte.

Los límites del acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas se presentan a continuación y que corresponden a las incluidas en el "ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.

De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el Censo de Población y Vivienda, en el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, para el año 2000 eran 130,202 habitantes y para el año 2005, se registraron 101,677 habitantes, lo que representa un descenso de 28,525 habitantes. Para el año 2010, eran 117,074 habitantes, distribuidos en 834 localidades, de las cuales 3 son urbanas, con un total de 22,158 habitantes. El municipio con mayor densidad de población es Culiacán.

La tasa de crecimiento para el periodo comprendido del año 2005 al año 2010 en la región del acuífero, fue de 0.28 por ciento, sensiblemente menor a la tasa estatal de 0.90 por ciento, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Dentro del acuífero se tiene un total de 127,281.50 hectáreas de riego y 167,310 hectáreas de temporal, donde se cultivan maíz de grano, tomate rojo, chile verde y pepino, entre otros. Por su parte, la producción ganadera en la zona está representada por ganado bovino, porcino, ovino, caprino y aves.

El estado de Sinaloa posee importantes zonas mineras en las que destaca la existencia de oro, plata, cobre, plomo, zinc y fierro; así como calizas, salinas, asbesto, carbón mineral, mármol y pizarras de cantera. Los yacimientos de metales se localizan básicamente en los municipios de Culiacán y Cosalá dentro del acuífero, en la actualidad operan tres plantas mineras en Cosalá.

Los recursos forestales en la mayor parte del acuífero consisten en selvas secas, seguidas por bosques de coníferas y encinos que se ubican en las zonas montañosas de la Sierra Madre Occidental. Los matorrales se ubican en la zona árida del noroeste de la entidad. En los terrenos cercanos a la costa existen numerosas lagunas y esteros de aguas salobres, por lo que ahí se establece el manglar.

En Sinaloa el turismo es una importante actividad económica y participa con el 8.2 por ciento del Producto Interno Bruto. Genera más de 250 mil empleos y ocupa el 9 por ciento de la población económicamente activa del Estado.

En la superficie que comprende el acuífero Río San Lorenzo, clave 2505, se presentan diversos climas; en la parte alta de la cuenca domina el clima tipo semiseco con primavera seca y semifrío extremoso, con régimen de lluvias de verano fresco y largo, con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, las cuales varían de 20.7 grados centígrados a 31.1 grados centígrados.

En la parte baja, predomina un clima seco, con humedad deficiente en todas las estaciones y cálido sin estación invernal, con lluvias en verano, con temperaturas medias mensuales, entre 20.5 grados centígrados y 31.0 grados centígrados. En la zona intermedia entre las dos anteriores, se tiene un clima seco, con primavera seca y cálida con invierno benigno.

La temperatura media anual es de 25.9 grados centígrados, con variaciones mensuales que indican que el mes más frío es enero, con 21.8 grados centígrados, durante la época de invierno; mientras que el mes más caluroso se registra en junio, con 30.4 grados centígrados, que corresponde a la época de verano.

Las lluvias en verano son producidas por la temporada normal de lluvias y eventos meteorológicos como ciclones, los cuales se presentan con regularidad, generalmente en los meses de julio a octubre y las lluvias de invierno son producto de los frentes fríos, durante los meses de diciembre a febrero; mientras que el periodo de estiaje ocurre de marzo a principios de junio.

En este último periodo, es donde se produce menos del 10 por ciento de la lluvia total anual y el mes más crítico es mayo, con precipitaciones mínimas de 0.4 milímetros como promedio histórico. La precipitación media anual es de 916 milímetros y la evaporación potencial media anual de 1,573 milímetros.

Como ya se mencionó, el Proyecto no afectará la recarga de este acuífero, ya que con el programa de reforestación que se plantea implementar, se filtrará más agua al subsuelo. Entre las medidas de mitigación se asignará una zona especial para el llenado de combustible y cambio de aceites de la maquinaria, para evitar cualquier derrame al suelo y a su vez pueda filtrar cualquier substancia peligrosa al subsuelo y contaminar de algún modo el sitio del proyecto.

III.8.1.2.9 Aspectos Socioeconómicos

Cabe mencionar que, dentro del proceso de inicio y desarrollo del presente Proyecto, la información estadística constituye un insumo fundamental para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, en lo que corresponde a los aspectos socioeconómicos. Con esta información estadística es posible caracterizar y conocer los fenómenos económicos y sociales de una comunidad, municipio, estado o país, lo cual permite el análisis de la relación que presentan las comunidades humanas asentadas en la zona de estudio con su entorno y la modificación de los elementos relevantes que pueden verse reflejados en forma positiva y negativa por la ejecución de las obras y permita la toma de decisiones para alcanzar los objetivos que se persiguen con el Proyecto.

El Proyecto, se ubica en el municipio de Culiacán, estado de Sinaloa. Los poblados más cercanos son las localidades de Animales Zafari Proyecto Avestruz, Colonia Villa Arredondo, Los Pinos y Rancho Arredondo, en el municipio de Culiacán, estado de Sinaloa.

La localidad de Animales Zafari Proyecto Avestruz es la más cercana al AP, se ubica a una distancia de aproximadamente 0.49 km del predio para la central de generación, seguida de la localidad de Los Pinos, la cual se encuentra a 0.72 km de distancia. Ambas localidades pertenecientes a el municipio de Culiacán. La localidad más cercana, con mayor población, es Colonia Villa Arredondo. Esta localidad se encuentra a 0.87 km de distancia.

Tabla III. 24 Entidad(es) Federativa(s), municipio(s) y localidad(es) en donde se ubicará el proyecto

Clave	Entidad	Clave	Municipio	Clave	Localidad
25	Sinaloa	6	Culiacán	944	Ejido Campo Laguna
25	Sinaloa	6	Culiacán	2203	Cinco y Medio [Empaque]
25	Sinaloa	6	Culiacán	2265	Santa Julia
25	Sinaloa	6	Culiacán	2294	Rancho Arredondo
25	Sinaloa	6	Culiacán	2503	La Píldora (Campo Florencia)
25	Sinaloa	6	Culiacán	2542	El Trébol
25	Sinaloa	6	Culiacán	2555	Los Pinos
25	Sinaloa	6	Culiacán	2964	Rancho Esmeralda (Hazz)
25	Sinaloa	6	Culiacán	2994	Animales Zafari Proyecto Avestruz

25	Sinaloa	6	Culiacán	3011	Colonia Villa Arredondo
25	Sinaloa	6	Culiacán	3142	La Escondida (El Rancho de Gil)
25	Sinaloa	6	Culiacán	3174	La Píldora
25	Sinaloa	6	Culiacán	3231	El Amapal
25	Sinaloa	6	Culiacán	3236	Rincón del Treinta y Seis (Agrícola)
25	Sinaloa	6	Culiacán	3238	Buen Año (Agrícola)

A continuación, se describen las características del municipio de Culiacán, así como el de las comunidades involucradas en el Proyecto, así como los servicios disponibles.

Culiacán (Cabecera Municipal)

En 2020, la población en Culiacán fue de 1,003,530 habitantes (48.9% hombres y 51.1% mujeres). En comparación a 2010, la población en Culiacán creció un 16.9%.

Las ventas internacionales de Culiacán en 2022 fueron de US$2,545M, las cuales crecieron un 5.29% respecto al año anterior. Los productos con mayor nivel de ventas internacionales en 2022 fueron Carne de Animales de la Especie Bovina, Fresca o Refrigerada (US$913M), Tomates Frescos o Refrigerados (US$634M) y Otras Verduras, Frescas o Refrigeradas (US$242M).

Las compras internacionales de Culiacán en 2022 fueron de US$2,254M, las cuales crecieron un 5.51% respecto al año anterior. Los productos con mayor nivel de compras internacionales en 2022 fueron Carne de Animales de la Especie Porcina, Fresca, Refrigerada o Congelada (US$303M), Semillas, Frutos y Esporas, para Siembra (US$131M) y Coches de Pedales y Juguetes con Ruedas Similares; Modelos a Escala y Modelos Similares, para Entretenimiento; Rompecabezas de todo Tipo (US$97.3M).

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 20 a 24 años (89,495 habitantes), 15 a 19 años (86,042 habitantes) y 10 a 14 años (85,155 habitantes). Entre ellos concentraron el 26% de la población total.

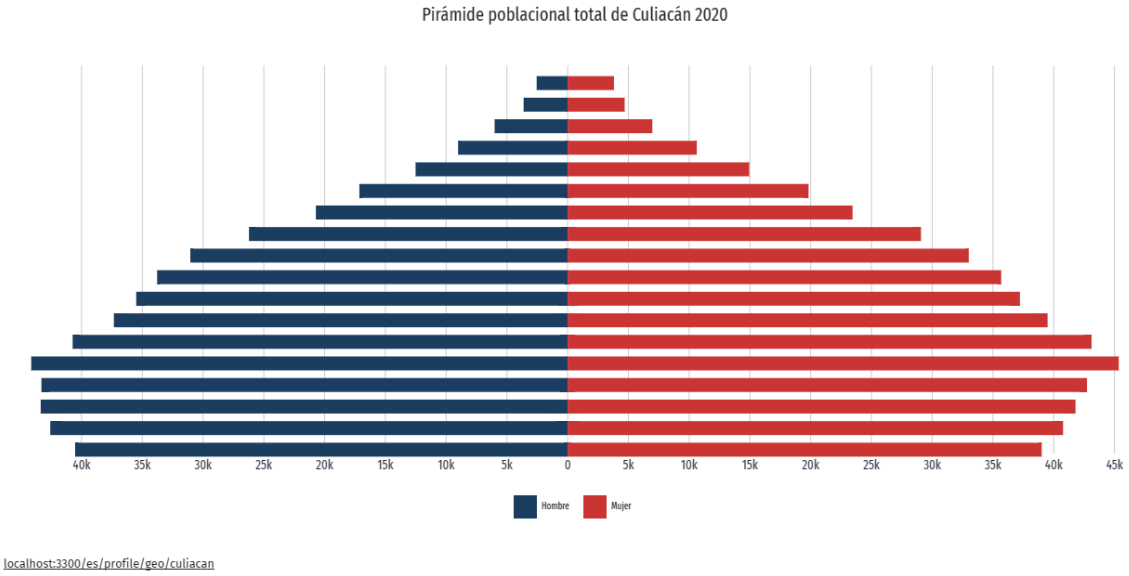


Figura III. 64 Población Culiacán

Tipo de localidad urbana o rural en donde se desarrollará el proyecto

Las quince localidades que se encuentran cercanas al proyecto son consideradas rurales

Tabla III. 25 Tipo de localidad urbana o rural en donde se desarrollará el proyecto

Número	Clave	Localidad	Población total	Urbana/Rural
1	944	Ejido Campo Laguna	105	Rural
2	2203	Cinco y Medio [Empaque]	5	Rural
3	2265	Santa Julia	5	Rural
4	2294	Rancho Arredondo	18	Rural
5	2503	La Píldora (Campo Florencia)	38	Rural
6	2542	El Trébol	1	Rural
7	2555	Los Pinos	4	Rural
8	2964	Rancho Esmeralda (Hazz)	1	Rural
9	2994	Animales Zafari Proyecto Avestruz	1	Rural
10	3011	Colonia Villa Arredondo	186	Rural
11	3142	La Escondida (El Rancho de Gil)	3	Rural

12	3174	La Píldora	3	Rural
13	3231	El Amapal	6	Rural
14	3236	Rincón del Treinta y Seis (Agrícola)	8	Rural
15	3238	Buen Año (Agrícola)	90	Rural
Fuente. Información del censo general de población y vivienda del 2010 (INEGI 2010).				

Lengua Indígena

La siguiente imagen muestra las 10 principales lenguas indígenas habladas por la población de Culiacán.

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 2.53k personas, lo que corresponde a 0.25% del total de la población de Culiacán.

Las lenguas indígenas más habladas fueron Zapoteco (999 habitantes), Mixteco (434 habitantes) y Otomí (285 habitantes).

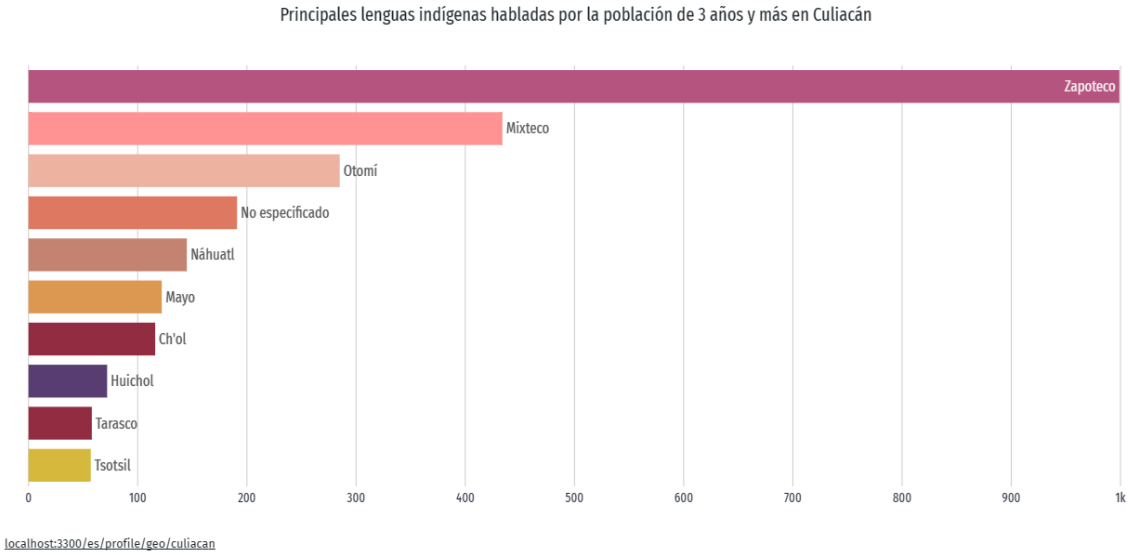


Figura III. 65 Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en Culiacán

Inmigración

La siguiente imagen muestra los países de origen de los migrantes a Culiacán en los últimos años. El gráfico de barras muestra las principales causas de migración.

La mayor cantidad de migrantes que ingresó a Culiacán en los últimos 5 años provino de Estados Unidos (2.27k personas), Costa Rica (120 personas) e Italia (116 personas).

Las principales causas de migración a Culiacán en los últimos años fueron familiares (1.73k personas), laborales (261 personas) y económicas (236 personas).

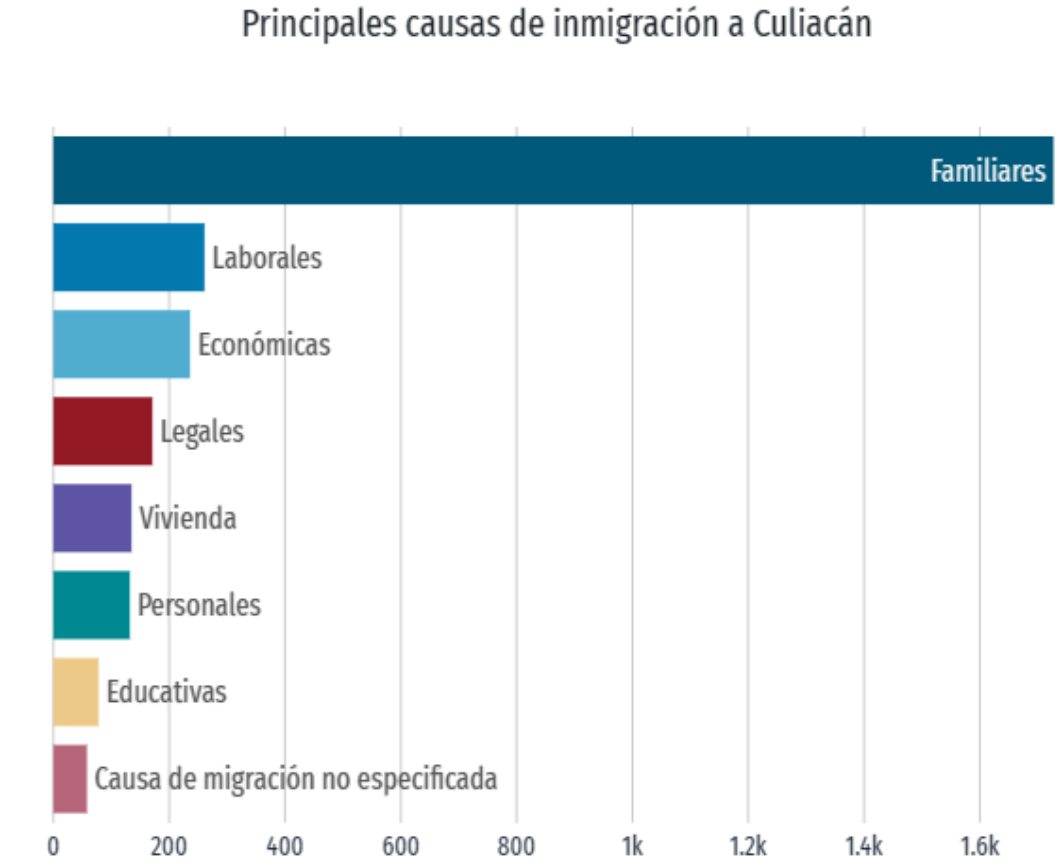


Figura III. 66 Principales causas de inmigración a Culiacán

Cuartos y dormitorios de la vivienda

En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 38.2% y 26.4%, respectivamente.

En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 52.4% y 21.6%, respectivamente.

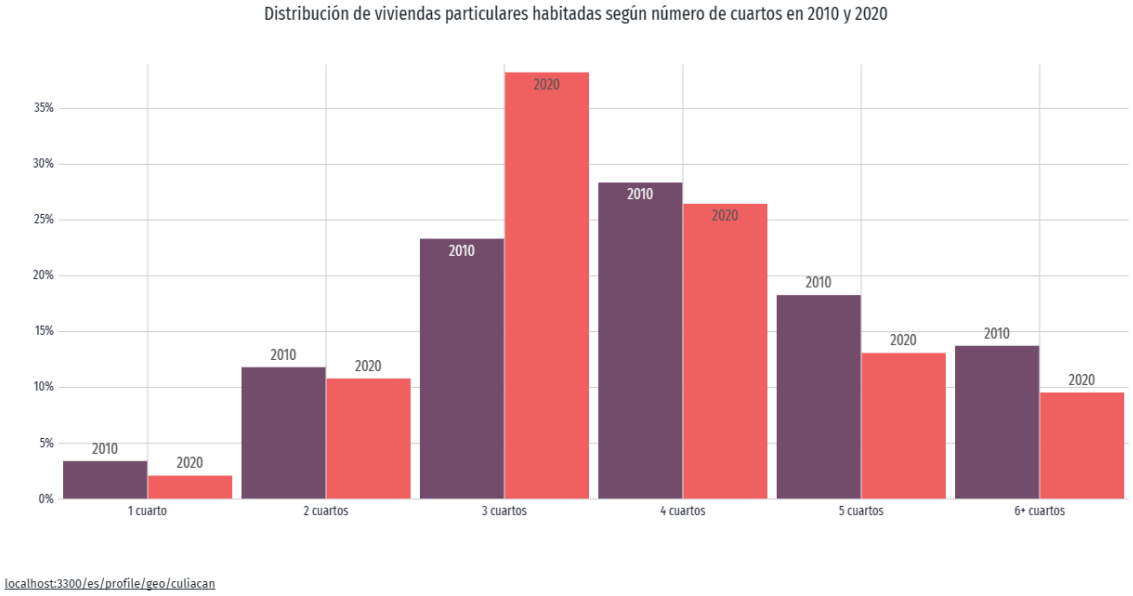


Figura III. 67 Distribución de viviendas particulares habitadas según número de cuartos en 2010 y 2020

Población Económicamente Activa (PEA)

En el segundo trimestre de 2023, la tasa de participación laboral en Sinaloa fue 61%, lo que implicó una disminución de 0.76 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (61.8%).

La tasa de desocupación fue de 2.23% (32.8k personas), lo que implicó un aumento de 0.22 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.01%)

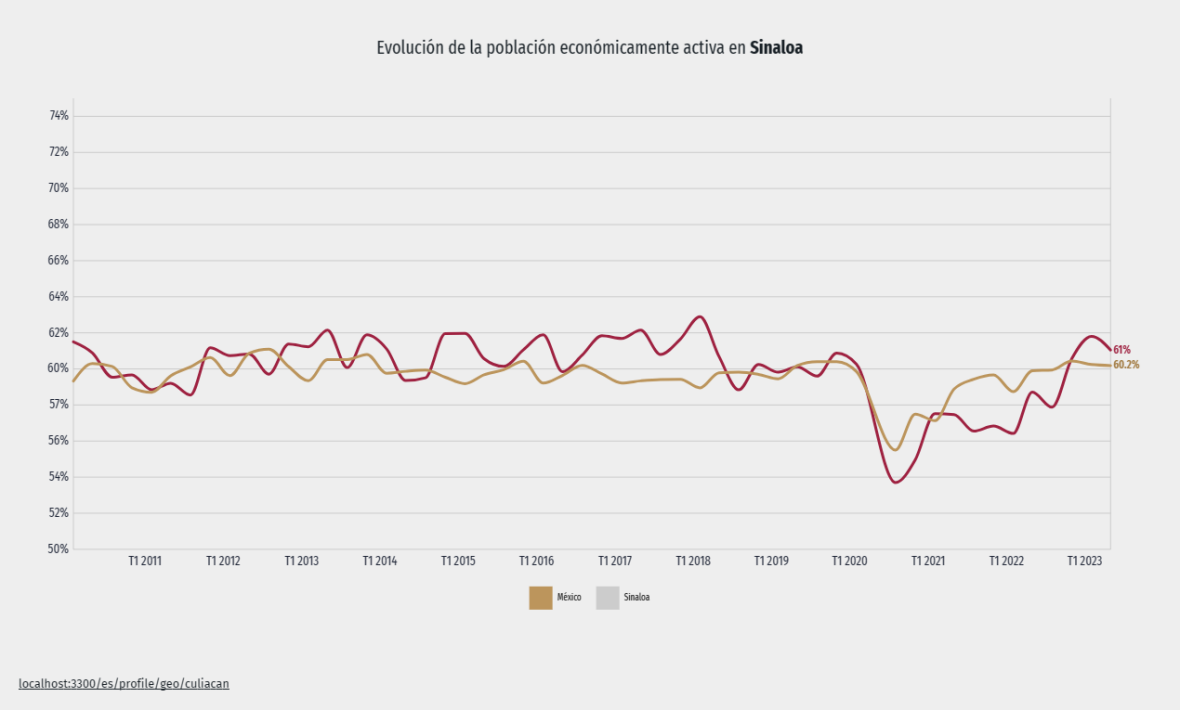


Figura III. 68 Evolución de la población económicamente activa en Sinaloa

Educación

En el rubro de educación en el municipio de Culiacán, dentro de la población en edad escolar, es decir, el rango de 3 a 14 años de edad se encuentra que el 88.22% de la población acude a la escuela y en ese mismo rango de edad la población que no acude representa el 11.43%. Comparado con el porcentaje estatal, la población que estudia asciende a un 90.29% en tanto que la población no escolarizada en esta etapa representa el 9.38%. Lo cual indica que en el municipio se tiene ligeramente un menor porcentaje de escolarización que a nivel estatal, así mismo el porcentaje de la población no escolarizada es mayor en que en el estado de Sinaloa.

Los porcentajes indican que la población escolarizada representa una población "cautiva" mayoritaria para la aplicación de los programas preventivos ante el consumo de drogas, siendo menor la población que no alcanzaría a cubrirse con tales programas al no estar asistiendo a la escuela.

En cuanto a la población que cuenta con algún grado de escolaridad en el municipio, observamos que 6.84% se encuentran sin escolaridad (40 850), 48.95% corresponde a educación básica (292 342), 25.51% de educación media superior (125 352 personas) y 18.50% con educación superior (204 400). Mientras que a nivel Estatal el 13.25% se encuentran sin escolaridad (323 222 personas), el 54.01% cuentan con educación básica (1 317 526), 19.64% cursan educación media superior (479 100) y 12.89% con educación superior el (314 440, personas).

A nivel nacional, se observa que el 5.83% (5 084 168, personas), se encuentran sin escolaridad, 53.46% (46 345 769) cuentan con educación básica, 21.67% (18 786 248, personas) con educación media superior y 18.63% (16 150 798) con nivel superior.

Los datos anteriores indican que, en el municipio, el nivel de escolaridad a nivel medio superior y/o con algún grado de educación superior o estudios posteriores es alto comparado con los porcentajes estatales y nacionales. No obstante, es importante observar que el porcentaje de alumnos que dejan de estudiar del nivel de secundaria al nivel medio superior es significativo en los tres niveles (Municipal, Estatal y Nacional).

Por tanto, es importante que la prevención pueda realizarse a nivel secundaria, acceder al nivel medio superior y superior con estrategias preventivas acordes a estos rangos de edad. El nivel de escolaridad en Culiacán históricamente es alto en relación a las cifras estatales y nacionales y puede seguir siendo una de las fortalezas en la prevención del consumo de drogas, aunado al estilo de organización familiar como estructura contenedora ante la problemática adictiva.

Salud

En el área de la salud observamos que la esperanza de vida al nacer en el estado de Sinaloa es del 73.1 años, mientras que a nivel nacional es de 75.2 años. En el Estado para los hombres es de 69.9 años y para las mujeres es de 76.5 años mientras que a nivel Nacional para los hombres es de 72.6 y 77.8 para las mujeres.

Como podemos ver la esperanza de vida en el estado es más baja especialmente para los hombres en comparación con los datos nacionales.

En cuanto a las causas de muerte, en orden de mayor a menor frecuencia, se encuentran en el Estado las enfermedades del corazón (enfermedades isquémicas del corazón), Diabetes Mellitus, agresiones, tumores malignos (del estómago, de la próstata), accidentes (de tráfico de vehículos de motor); mientras que a nivel nacional se encuentran en el siguiente orden: Enfermedades del corazón (enfermedades isquémicas del corazón), Diabetes Mellitus, tumores malignos, accidentes (de tráfico de vehículos de motor) y enfermedades del hígado (enfermedad alcohólica del hígado).

A nivel nacional encontramos también a los accidentes (de tráfico de vehículos de motor) y las agresiones dentro de las cinco primeras causas de muerte en todos los grupos de edad y por sexo revisados. Las enfermedades del hígado (enfermedad alcohólica del hígado) se encuentran solo en los grupos de edad de 35 a 44 años y en ambos sexos, aunque en mayor frecuencia en hombres que en mujeres. Las enfermedades del corazón (enfermedades isquémicas del corazón) aparecen también en ambos sexos y en todas las edades analizadas, solo en el caso de 14 a 24 años de edad no aparecen en el caso de las mujeres, pero si se encuentra en este grupo de edad, enfermedades asociadas al embarazo, parto y puerperio.

Basándonos en la información anterior, es importante continuar con actividades preventivas entre la población joven, pues persisten tanto a nivel nacional como estatal las enfermedades del hígado relacionadas al consumo de alcohol, lo cual evidencia que se puede estar manifestando un consumo en este grupo como usuarios consuetudinarios, que se provocan daño a nivel hepático, y que este padecimiento sólo se evidencia como enfermedad a lo largo del tiempo de consumo de alcohol.

Existe una diferencia significativa en cuanto a la población que tiene derechohabiencia a servicios de salud, en el Municipio, el cual representa el 80.93% (732 110 personas) frente a un 18.66% de la población que no tiene acceso a estos servicios (139,416 personas).

La derechohabiencia en el Estado de Sinaloa es de 84.64% (12 738 028 personas) frente al 14.97% de no derechohabientes (3 339 503 personas). Mientras que a nivel nacional 82.18% (98 230 372 personas) tienen acceso a la derechohabiencia a los servicios de salud y el 17.25% (20 619 054 personas) no es derechohabiente.

Lo que implicaría que a nivel estatal hay menos acceso a los servicios de salud comparado con el nivel nacional y municipal, siendo el ámbito municipal el que tiene mayor acceso a este tipo de servicios, lo que representa otro de los indicadores de la calidad de vida en el municipio.

III.9 Diagnóstico ambiental

III.9.1 Condición ambiental actual de la Región Ecológica

El diagnóstico ambiental de la región ecológica donde se ubica el Proyecto se realizó con base en el análisis integral de los componentes físicos, biológicos, hidrológicos, territoriales y socioeconómicos presentes en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 32 y la Región Ecológica 18.6 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

La región presenta un grado de transformación ambiental moderado, derivado principalmente del desarrollo histórico de actividades agropecuarias, modificación del uso del suelo, expansión de infraestructura rural y aprovechamiento continuo de recursos naturales.

Condición ambiental actual de la región ecológica

Actualmente, la región ecológica se caracteriza por un mosaico territorial compuesto principalmente por:

- Áreas agrícolas de temporal,
- Superficies destinadas a ganadería extensiva,
- Vegetación secundaria de matorral xerófilo,

- Pastizales inducidos,
- Infraestructura rural y energética dispersa.

La cobertura vegetal original ha sido parcialmente sustituida por actividades agropecuarias, observándose procesos de fragmentación ecológica y disminución de continuidad de hábitats naturales.

No obstante, aún persisten áreas con vegetación secundaria y elementos de conectividad ecológica que mantienen funciones ambientales relevantes para la región, particularmente en zonas de menor perturbación y áreas no aptas para agricultura intensiva.

III.9.2 Estado de conservación del componente biótico

El componente biótico regional presenta condiciones de conservación intermedia, predominando comunidades vegetales secundarias con distintos grados de regeneración natural.

En cuanto a fauna silvestre, predominan especies generalistas y tolerantes a ambientes perturbados, asociadas a zonas agropecuarias y vegetación secundaria fragmentada.

Sin embargo, el grado de conservación del componente biótico se encuentra limitado por:

- Fragmentación de hábitat,
- Pérdida de cobertura vegetal,
- Presión agropecuaria,
- Presencia de infraestructura regional,
- Reducción de conectividad ecológica.
- Estado de conservación del componente abiótico

El componente abiótico mantiene funcionalidad ambiental regional, aunque presenta procesos de deterioro asociados principalmente a actividades agropecuarias y manejo inadecuado del suelo.

Entre las principales afectaciones identificadas destacan:

- Erosión hídrica superficial,
- Compactación de suelos,
- Pérdida de humedad edáfica,
- Sedimentación local,
- Alteración de escurrimientos naturales.

Los suelos presentan susceptibilidad moderada a erosión en áreas con baja cobertura vegetal y pendientes suaves a moderadas.

La disponibilidad hídrica regional es limitada debido a las condiciones climáticas semisecas y a la presión derivada del uso agrícola y extracción de agua subterránea.

No obstante, la región conserva capacidad funcional para mantener procesos hidrológicos y ecológicos básicos, particularmente en microcuencas y áreas con cobertura vegetal remanente.

Problemáticas ambientales regionales

Las principales problemáticas ambientales identificadas en la región ecológica corresponden a:

- Cambio de uso de suelo,
- Pérdida y fragmentación de vegetación natural,
- Expansión agropecuaria,
- Erosión y degradación de suelos,
- Presión sobre recursos hídricos,
- Disminución de conectividad ecológica,
- Presencia de especies oportunistas asociadas a perturbación ambiental.

Asimismo, el crecimiento regional de infraestructura energética, carretera e industrial en el estado de Sinaloa constituye un factor adicional de transformación territorial acumulativa.

III.9.3 Grado de conservación y deterioro ambiental

Con base en el análisis integral realizado, la región ecológica correspondiente y la Región Ecológica presenta un grado de conservación medio y un nivel de deterioro ambiental moderado.

La condición ambiental actual refleja un ecosistema previamente transformado por actividades antropogénicas históricas, donde predominan superficies agropecuarias y vegetación secundaria perturbada; sin embargo, aún persisten elementos ecológicos funcionales que mantienen procesos ambientales regionales relevantes.

En términos generales:

- El componente biótico presenta conservación intermedia con fragmentación moderada,
- El componente abiótico mantiene funcionalidad ambiental parcial,
- La presión ambiental regional es continua pero no crítica,
- Existen áreas con capacidad de regeneración natural y conectividad ecológica residual.

Relación con el proyecto

Considerando las condiciones actuales de la región ecológica, el Proyecto se desarrollará sobre superficies previamente alteradas por actividades agropecuarias, por lo que no se prevé la afectación significativa de ecosistemas primarios o áreas de alta conservación biológica.

No obstante, durante las etapas de preparación y construcción podrían generarse impactos temporales relacionados con:

- Remoción de vegetación secundaria,
- Compactación de suelos,
- Alteración temporal de hábitats,
- Incremento de emisiones de polvo y ruido.

Por lo anterior, el proyecto deberá implementar medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental orientadas a:

- Conservación de suelo,
- Control de erosión,
- Protección de flora y fauna silvestre,
- Manejo adecuado de escurrimientos,
- Restauración de áreas temporalmente afectadas,

La aplicación de dichas medidas permitirá mantener la viabilidad ambiental del proyecto y reducir la contribución acumulativa a las problemáticas ambientales existentes en la región ecológica analizada.

Uso del suelo y vegetación

El Proyecto se desarrollará principalmente sobre superficies previamente transformadas por actividades agropecuarias, por lo que no se prevé la afectación significativa de ecosistemas primarios ni de áreas con alta cobertura vegetal conservada.

En términos generales, el análisis de uso del suelo y vegetación indica que el área de influencia del Proyecto corresponde a un entorno previamente transformado por actividades antropogénicas, con predominio de vegetación secundaria y usos agropecuarios, manteniendo funcionalidad ambiental regional moderada y capacidad de recuperación ecológica parcial.

Entre las conclusiones de este análisis se destacó que las prioridades de conservación para los diversos ecosistemas y grupos de especies deberían utilizarse para optimizar los recursos dedicados a las acciones de conservación y que es imperativo mantener los hábitats conservados, restaurar los que requieren acciones más urgentes y albergan elementos únicos de la diversidad biológica, fortalecer las áreas protegidas,

ampliar el abanico de instrumentos que contribuyen a la conservación y promover y apoyar a quienes han innovado en el manejo sostenible de los recursos. Diversos actores deberían sumarse de manera coordinada a la magna tarea de conservar y usar sustentablemente el patrimonio natural de México.

Para identificar los sitios prioritarios terrestres se dividió la superficie terrestre del país en 8,045 hexágonos de 256 km2 cada uno, y se utilizó el programa Marxan que aplica un algoritmo de optimización para incluir 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, revisados y 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 y con los valores más bajos del índice de factores de presión y amenaza.

Con base en información oficial de la CONABIO, se determinó que el proyecto no se localiza dentro de Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad en México.

El sitio prioritario terrestre más cercano corresponde a la región denominada Sierra Gorda, localizada al noreste del estado de Querétaro, la cual presenta alta relevancia ecológica debido a su biodiversidad, conectividad biológica y presencia de ecosistemas prioritarios para la conservación. Sin embargo, el proyecto mantiene separación territorial suficiente respecto de dicho sitio prioritario, por lo que no se prevén afectaciones directas sobre ecosistemas estratégicos ni sobre procesos ecológicos regionales prioritarios.

Ecosistemas relevantes.

El Proyecto se desarrollará principalmente sobre superficies previamente transformadas por actividades agropecuarias, por lo que no se prevé la afectación significativa de ecosistemas primarios o áreas con alta integridad ecológica.

No obstante, durante las etapas de preparación y construcción podrían generarse impactos temporales relacionados con:

- Remoción de vegetación secundaria,
- Alteración temporal de hábitats,
- Compactación del suelo,
- Incremento de erosión superficial.

Por ello, se implementarán medidas de prevención y manejo ambiental orientadas a:

- Minimizar remoción innecesaria de vegetación,
- Conservar corredores ecológicos funcionales,
- Proteger drenajes naturales,
- Controlar erosión y sedimentación,
- Rescatar flora y fauna silvestre,
- Restaurar áreas temporalmente afectadas.

La aplicación de dichas medidas permitirá mantener la funcionalidad ecológica regional y reducir los impactos ambientales asociados al desarrollo del Proyecto Fotovoltaico.

Capítulo IV

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

Julio 2026

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 5

I.1 Descripción de la metodología 5
I.1.1 Criterios de evaluación 6
I.1.2 Identificación de impactos significativos 6
I.1.3 Evaluación de impactos acumulativos, sinérgicos y residuales 6
I.1.3.1 Impactos acumulativos 7
I.1.3.2 Impactos sinérgicos 7
I.1.3.3 Impactos residuales 7

I.2 Justificación de la selección de la metodología 7

I.3 Impactos Ambientales Existentes en la Región Ecológica para el Posterior Análisis de Impactos Negativos Significativos, Sinérgicos, Acumulativos y Residuales del Proyecto. 8

I.4 Impactos Ambientales del Proyecto y Medidas de Prevención, Mitigación, Compensación y Restauración. 11
I.4.1 Matriz de Interacciones. 11

I.5 Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales 17
I.5.1 Descripción de los Impactos Identificados. 20
I.5.1.1 Emisiones a la Atmósfera. 20
I.5.1.1.1 Reducción de la calidad del aire por polvo. 20
I.5.1.1.2 Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción. 20
I.5.1.1.3 Reducción de la calidad por emisiones a la atmósfera de vehículos de transporte de materiales. 20
I.5.1.2 Entorno acústico 21
I.5.1.2.1 Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación. 25
I.5.1.3 Geología y Edafología. 26
I.5.1.3.1 Alteración y ocupación del suelo agrícola 26
I.5.1.3.2 Compactación del terreno. 26
I.5.1.3.3 Generación de residuos de manejo especial. 26
I.5.1.3.4 Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles. . 26
I.5.1.3.5 Generación de residuos peligrosos. 26
I.5.1.4 Hidrología. 26
I.5.1.5 Flora. 27
I.5.1.5.1 Eliminación de la flora en la zona del parque fotovoltaico. 27
I.5.1.6 Fauna. 27
I.5.1.6.1 Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna. 27
I.5.1.6.2 Afectación a especímenes de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 27
I.5.1.6.3 Atracción de fauna nociva u oportunista. 27
I.5.1.6.4 Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal. 28

I.5.1.6.5 Afectación a la avifauna por la infraestructura eléctrica. 28
I.5.1.7 Hábitats de la Región Ecológica. 29
I.5.1.7.1 Reducción de hábitats Inter parcelarios. 29
I.5.1.8 Paisaje 30
I.5.1.8.1 Alteración del paisaje por presencia de trabajadores y maquinaria. 30
I.5.1.8.2 Degradación del paisaje por manejo inadecuado de residuos. 31
I.5.1.9 Medio Socioeconómico. 31
I.5.1.9.1 Consolidación del aprovechamiento de las áreas donde los ordenamientos vigentes permiten pobras y actividades. 31
I.5.1.9.2 Aumento de la oferta de empleo en la construcción. 31
I.5.1.9.3 Aumento de la oferta de empleo para operación, aseo y mantenimiento. . 31
I.5.1.9.4 Generación de residuos sólidos municipales. 32
I.5.1.9.5 Incremento en la derrama económica para el municipio. 32
I.5.1.9.6 Generación de energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos. 32
I.5.2 Impactos acumulativos y sinérgicos 32

I.6 Medidas de Prevención, Mitigación, Compensación y Restauración 32
I.6.1 Clasificación de las Medidas de Mitigación. 33
I.6.2 Agrupación de los Impactos de Acuerdo con las Medidas de Mitigación Propuestas. 34
I.6.3 Descripción de la Estrategia o Sistema de Medidas de Mitigación. 36

I.7 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). 37
I.7.1 Objetivos 37
I.7.2 Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación 38
I.7.3 Impactos residuales 38
I.7.4 Resumen de las medidas por etapa 39
I.7.4.1 Etapa de Preparación del sitio. 39
I.7.4.2 Etapa de Construcción 39
I.7.4.3 Etapa de Operación y mantenimiento 40

I.8 Programa de Reforestación 40
I.8.1 Objetivo 44
I.8.1.1 Objetivos Particulares 44
I.8.2 Proceso de Planeación 44
I.8.3 Elección Del Sitio 44
I.8.4 Elección de las Especies a Reforestar 49
I.8.1 Cronograma de Actividades 55
I.8.2 Diseño de la Plantación 57
I.8.3 Mantenimiento de la Reforestación 59

I.9 Programa De Rescate y Reubicación De Fauna 61
I.9.1 Objetivo General 61
I.9.2 Objetivos Específicos 61
I.9.3 Alcance 62
I.9.4 Técnicas de Ahuyentamiento de Fauna Silvestre 62
I.9.5 Técnicas de Captura, Manejo y/o Traslado De Fauna Silvestre 64
I.9.6 Técnicas de Trampeo y/o Captura de Fauna Silvestre 64
I.9.7 Red con Cabo de Madera. 64
I.9.8 Ganchos o Bastones Herpetológicos 65
I.9.9 Captura Manual 66
I.9.10 Trampas Sherman y/o Tomahawk. 66
I.9.10.1 Anfibios y/o Reptiles 66
I.9.10.2 Aves. 67
I.9.10.3 Mamíferos 67
I.9.11 Medidas para Garantizar la Sobrevivencia de la Fauna Silvestre Capturada 69

I.9.12 Medidas Emergentes 69
I.9.13 Personal, Materiales Y Equipos 71
I.9.14 Programa De Actividades 72
I.9.15 Responsable De Las Acciones 74

I.10 Bibliografía. 74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1 Tipos de interacciones consideradas para la matriz del proyecto del parque fotovoltaico 13
Tabla IV. 2 Matriz de Leopold modificada para el proyecto PSFV Don Humberto 14
Tabla IV. 3 Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto 18
Tabla IV. 4 Nivel de intensidad del sonido. 22
Tabla IV. 5 Medidas de control y mitigación ambiental, aplicables al proyecto de construcción del parque fotovoltaico 34
Tabla IV. 6 Coordenadas UTM Polígono Reforestación 46
Tabla IV. 7 Especies nativas de México utilizadas por la CONAFOR en la restauración de ecosistemas forestales por zona climática 50
Tabla IV. 8 Especies de Flora Encontradas en los Sitios de Muestreo 54
Tabla IV. 9 Propuesta de las especies a reforestar por hectárea 55
Tabla IV. 10 Actividades que se realizarán en el Programa de Reforestación 56
Tabla IV. 11 Calendario de actividades por realizar al finalizar la reforestación 56
Tabla IV. 12 Valores de la densidad promedio recomendada por la CONAFOR para cada tipo de ecosistema 57
Tabla IV. 13 Cronograma de actividades del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre 73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV. 1 Nivel de ruido de diferentes equipos para construcción 23
Figura IV. 2 Modelación del ruido de la construcción del parque fotovoltaico. 24
Figura IV. 3 Vista de las condiciones actuales del predio 30
Figura IV. 4 Imágenes de la vegetación de borde que se dejará como franja de amortiguamiento 45
Figura IV. 5 Imagen del polígono de reforestación 49
Figura IV. 6 Esquema de plantación de acuerdo con la técnica tres bolillo 58
Figura IV. 7 ejemplo de dispositivos autónomos de ahuyentamiento sonoro 63
Figura IV. 8 Ejemplo de red con cabo con madera para la captura de anfibios 65
Figura IV. 9 Ejemplo de bastón herpetológico para la captura de reptiles. 65
Figura IV. 10 Ejemplo de trampas tipo Sherman y Tomahawk empleadas en los métodos de captura-reubicación. 66
Figura IV. 11 Ejemplo de traslado y liberación de fauna silvestre. 70

I. Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales y Medidas de Prevención, Mitigación, Compensación y Restauración

Para la identificación, análisis y evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados al Proyecto, se empleó una metodología basada en la Matriz de Leopold Modificada, debido a su amplia aplicación en estudios de impacto ambiental y a su capacidad para integrar de manera sistemática las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales susceptibles de afectación.

La metodología utilizada permitió identificar y evaluar los impactos ambientales generados durante las diferentes etapas del proyecto, incluyendo preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono, considerando tanto impactos directos como indirectos sobre los componentes físicos, biológicos, hidrológicos, paisajísticos y socioeconómicos presentes en el área de influencia.

I.1 Descripción de la metodología

La Matriz de Leopold Modificada consiste en un método matricial de interacción causa–efecto que relaciona:

- Las acciones y actividades del proyecto, y
- Los factores ambientales susceptibles de afectación.

Para el presente proyecto, las filas de la matriz correspondieron a las actividades específicas del PSFV Don Humberto, mientras que las columnas representaron los componentes ambientales evaluados, incluyendo:

- Suelo,
- Agua,
- Aire,
- Vegetación,
- Fauna,
- Paisaje,
- Uso del suelo,
- Componente socioeconómico,
- Procesos hidrológicos,
- Estabilidad ambiental,
- Servicios ecosistémicos.

Cada interacción identificada fue evaluada mediante criterios cualitativos y semicuantitativos que permitieron determinar la importancia ambiental del impacto potencial.

I.1.1 Criterios de evaluación

La evaluación de impactos consideró los siguientes criterios ambientales:

- Magnitud del impacto.
- Extensión espacial.
- Duración o permanencia.
- Reversibilidad.
- Recuperabilidad.
- Periodicidad.
- Probabilidad de ocurrencia.
- Carácter del impacto (positivo o negativo).
- Tipo de impacto (directo, indirecto, acumulativo, residual o sinérgico).

Asimismo, se valoró la sensibilidad ambiental de los componentes afectados y el grado de alteración existente en la región ecológica.

I.1.2 Identificación de impactos significativos

La metodología permitió identificar los impactos ambientales negativos significativos asociados principalmente a:

- Remoción de vegetación secundaria,
- Compactación y alteración de suelo,
- Generación de emisiones de polvo y ruido,
- Alteración temporal de hábitats,
- Modificación local de escurrimientos superficiales,
- Generación de residuos y aguas residuales,
- Incremento temporal de tránsito vehicular y maquinaria.

De igual forma, se identificaron impactos positivos relacionados con:

- Generación de energía limpia,
- Reducción indirecta de emisiones de gases de efecto invernadero,
- Generación de empleo temporal,
- Fortalecimiento de infraestructura energética regional.

I.1.3 Evaluación de impactos acumulativos, sinérgicos y residuales

La Matriz de Leopold Modificada permitió además identificar y analizar impactos acumulativos, sinérgicos y residuales derivados de la interacción entre las actividades del proyecto y las condiciones ambientales existentes en la región.

I.1.3.1 Impactos acumulativos

Se analizaron los efectos asociados a la suma progresiva de alteraciones ambientales presentes en la región ecológica, particularmente:

- Pérdida gradual de cobertura vegetal,
- Fragmentación del paisaje,
- Compactación de suelos,
- Presión sobre recursos hídricos,
- Expansión de infraestructura regional.

I.1.3.2 Impactos sinérgicos

Se evaluaron posibles efectos derivados de la interacción simultánea entre diferentes impactos ambientales, tales como:

- Combinación de remoción de vegetación y erosión superficial,
- Interacción entre compactación del suelo y modificación de escurrimientos,
- Alteración conjunta de hábitat y movilidad de fauna silvestre.

I.1.3.3 Impactos residuales

Asimismo, se identificaron impactos residuales potenciales que podrían permanecer aun después de la aplicación de medidas de mitigación, particularmente:

- Modificación parcial del paisaje,
- Alteración localizada de cobertura vegetal,
- Compactación residual del suelo,
- Cambios temporales en dinámica ecológica local.

I.2 Justificación de la selección de la metodología

La selección de la Matriz de Leopold Modificada se justificó debido a que:

- Permite una evaluación integral y sistemática de las interacciones proyecto–ambiente;
- Facilita la identificación de impactos directos e indirectos;
- Permite incorporar criterios de importancia ambiental y sensibilidad ecológica;
- Es adecuada para proyectos de infraestructura energética y generación fotovoltaica;
- Facilita el análisis de impactos acumulativos, sinérgicos y residuales;
- Permite integrar componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos dentro de un mismo esquema de evaluación;
- Constituye una metodología ampliamente reconocida y utilizada en estudios de impacto ambiental en México.

Adicionalmente, la metodología resulta adecuada para las características del Proyecto debido a que el proyecto se desarrolla sobre una región previamente transformada por actividades agropecuarias, donde es necesario evaluar tanto las afectaciones directas del proyecto como su interacción con las problemáticas ambientales regionales existentes.

En términos generales, la aplicación de la Matriz de Leopold Modificada permitió identificar de manera objetiva y estructurada los impactos ambientales potenciales del proyecto, facilitando la definición de medidas de prevención, mitigación, compensación y manejo ambiental orientadas a garantizar la viabilidad ambiental del Proyecto Fotovoltaico.

I.3 Impactos Ambientales Existentes en la Región Ecológica para el Posterior Análisis de Impactos Negativos Significativos, Sinérgicos, Acumulativos y Residuales del Proyecto.

La región ecológica donde se ubica el Proyecto Fotovoltaico, correspondiente a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 32 y a la Región Ecológica 18.6 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, presenta actualmente diversas obras, actividades productivas e infraestructura asociadas al aprovechamiento agropecuario, desarrollo regional e integración energética del territorio.

Las actividades presentes en la región mantienen relación funcional y territorial con el proyecto debido a su interacción con el uso del suelo, infraestructura existente, dinámica socioeconómica y aprovechamiento de recursos naturales.

Actividades agropecuarias

La principal actividad desarrollada en la región corresponde a la agricultura de temporal, observándose extensas superficies destinadas al cultivo de:

- Maíz,
- Jitomate
- Sorgo,
- Avena,
- Forrajes agrícolas,
- Cultivos de autoconsumo y uso pecuario.

Estas actividades representan el uso predominante del suelo regional y constituyen uno de los principales factores de transformación territorial y modificación de cobertura vegetal en la región ecológica.

Asimismo, se desarrolla ganadería extensiva bovina, caprina y ovina mediante sistemas de pastoreo sobre áreas de vegetación secundaria y pastizales inducidos, actividad que mantiene relación directa con la dinámica territorial donde se pretende desarrollar el proyecto fotovoltaico.

Infraestructura energética

En la región se identifica infraestructura eléctrica y energética vinculada al suministro regional de energía, incluyendo:

- Líneas de transmisión eléctrica,
- Redes de distribución,
- Subestaciones eléctricas regionales,
- Infraestructura asociada al sistema eléctrico nacional.

La presencia de infraestructura energética regional favorece la viabilidad técnica del Proyecto y forma parte del contexto territorial asociado al aprovechamiento energético de la región.

Asimismo, el estado de Sinaloa presenta crecimiento sostenido en infraestructura energética e industrial, impulsando la integración de proyectos relacionados con generación eléctrica y transición energética.

Infraestructura carretera y caminos rurales

La región cuenta con infraestructura de comunicación integrada principalmente por:

- Carreteras federales,
- Carreteras estatales,
- Caminos rurales,
- Brechas de acceso agropecuario,
- Vialidades de contexto nacional

Dicha infraestructura facilita la movilidad regional, el acceso a actividades productivas y la conectividad territorial del proyecto con centros urbanos, industriales y logísticos del estado.

Actividades industriales y logísticas regionales

El municipio de Culiacán y zonas cercanas presentan crecimiento económico asociado al desarrollo industrial, logístico y energético del estado de Sinaloa, observándose:

- Parques industriales regionales,
- Infraestructura logística,
- Centros de distribución,
- Expansión de servicios asociados al sector industrial.

Estas actividades incrementan la demanda regional de energía eléctrica e infraestructura energética, constituyendo un elemento de contexto relevante para el desarrollo del Proyecto.

Aprovechamiento de recursos naturales

En la región también se desarrollan actividades relacionadas con:

- Extracción y aprovechamiento de agua para uso agrícola y pecuario,
- Aprovechamiento de vegetación secundaria para usos locales,
- Extracción limitada de materiales para mantenimiento de caminos rurales y obras menores.

Estas actividades han contribuido históricamente a la modificación parcial de las condiciones ambientales regionales, particularmente en relación con cobertura vegetal, dinámica hidrológica y compactación de suelos.

Infraestructura rural y asentamientos humanos

La región ecológica presenta asentamientos rurales dispersos y equipamiento básico asociado a actividades agropecuarias, incluyendo:

- Viviendas rurales,
- Corrales y establos,
- Bordos y jagüeyes,
- Infraestructura hidráulica local,
- Cercos parcelarios,
- Instalaciones de almacenamiento agrícola.

Estas obras forman parte del paisaje rural predominante en el área de influencia del proyecto. Relación con el Proyecto.

Las obras y actividades actualmente presentes en la región ecológica muestran que el territorio donde se desarrollará el Proyecto PSFV Don Humberto corresponde a una zona previamente intervenida y funcionalmente vinculada a actividades productivas y de infraestructura regional.

En este contexto, el proyecto se integra territorialmente a una región con:

- Predominio agropecuario,
- Infraestructura energética existente,
- Conectividad regional,
- Transformación ambiental previa,
- Crecimiento de demanda energética regional.

Por lo anterior, no se prevé incompatibilidad significativa entre el proyecto y las actividades actualmente desarrolladas en la región ecológica, siempre que se implementen medidas adecuadas de manejo ambiental, conservación de suelo, protección de recursos naturales y control de impactos asociados a las etapas de preparación, construcción y operación del Proyecto Fotovoltaico.

I.4 Impactos Ambientales del Proyecto y Medidas de Prevención, Mitigación, Compensación y Restauración.

I.4.1 Matriz de Interacciones.

Esta técnica, basada en una modificación de la Matriz de Leopold, nos brinda una primera aproximación al estudio de causas y efectos en la que se seleccionarán los componentes que pueden ser afectados por las acciones emprendidas para la consecución del proyecto para así vislumbrar aquellos elementos que serán los más afectados. Con estos se construirá una matriz de interacciones.

Para la identificación de los impactos generados por el proyecto propuesto, este se dividió en 5 etapas con 19 obras o actividades, las cuales se incluyen en la matriz de interacciones. Este proyecto no tiene procesos de transformación ni actividades con atención al público en su etapa de operación y mantenimiento.

ETAPAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO

- Selección del Sitio. Análisis de alternativas. Preparación del Sitio.
- Levantamientos topográficos Instalaciones de apoyo.
- Desmonte y despalme. Demoliciones.
- Acopio de materiales.
- Patio de maquinaria pesada
- Construcción. Nivelaciones.
- Cimentación de estructuras.
- Ensamblado de los módulos fotovoltaicos Red de cableado subterráneo.
- Construcción de edificios generales Generación de residuos sólidos Retiro de materiales y equipos.
- Operación y mantenimiento. Generación de energía eléctrica Transmisión de energía eléctrica Aseo general
- Mantenimiento de los módulos solares Abandono del sitio.
- Retiro de las estructuras.

Esta fase del proceso comienza con la identificación de las interacciones posibles mediante una matriz que consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones del proyecto y dispuestas en filas los componentes medioambientales presentes en la Región Ecológica y el sitio para el proyecto.

Una vez identificadas las interacciones, se inicia la valoración de las mismas, eliminando de la matriz aquellos componentes que no presentan interacciones y considerando la condición del componente del medio que potencialmente puede ser modificado como consecuencia de la realización del proyecto. Sin embargo, en este caso se ha mantenido en la matriz algunos elementos ausentes en el sitio con el fin de hacer explicita la ausencia de interacciones. Para las interacciones se establecen diferentes niveles que se definen de acuerdo a la magnitud de la modificación y se definen como:

Sin Interacciones Esperadas. Cuando las acciones del proyecto no se relacionan con alguno de los componentes ambientales, ya sea porque la distancia o la ubicación no lo permite o porque el componente ambiental no responde a determinados flujos de materia o energía, se considera que la interacción es nula. Esta situación se presenta con la flora y fauna original, prácticamente ausentes del sitio del proyecto.

Efectos Desconocidos o Indefinidos. En esta categoría se incluyen aquellas interacciones acerca de las cuales no hay antecedentes, o bien que dependan de elemento extrínsecos al proyecto, como pueden ser los juicios subjetivos.

Interacción Adversa Relevante. Se considera cuando un elemento de la Región Ecológica (RE), resulta aniquilado totalmente o dañado severamente por la implantación del proyecto y cuya prevención o mitigación exige medidas técnicas de gran magnitud y costo.

Interacción Adversa Media. Se presenta cuando un elemento de la RE es parcialmente perturbado por la construcción del proyecto. Cabe aclarar, que en este caso el elemento que ha perdido su integridad o estado prístino puede coexistir con el conjunto de la obra. Para amortiguar la modificación de las condiciones antes de la construcción del proyecto, se requiere de obras técnicas sencillas.

Interacción Adversa No Relevante. Este nivel de impacto previsible se da cuando la modificación de un elemento es casi nula. También se pueden incluir aquellos procesos o aspectos que en condiciones normales no tienen efectos sobre el medio ambiente, pero si no se toman las precauciones adecuadas pueden afectarlo de manera negativa. A diferencia del impacto previsible medio, estos no se deben generar, por lo que requieren medidas de prevención en lugar de mitigación.

Interacción Administrativa. Se considera esta categoría de impactos en aquellos casos en que dos elementos no interactúan físicamente o no hay un impacto como resultado de las obras o actividades realizadas, pero existen normas, reglamentos u otros instrumentos jurídicos que prescriben la realización de medidas de mitigación o compensación en alguna circunstancia dada.

Dado que los impactos pueden ser de carácter adverso o benéfico para el medio ambiente, lo cual constituye el sentido del impacto, a las interacciones anteriores se han agregado dos categorías más, de acuerdo con lo que se presenta en la Tabla , en donde se incluyen los símbolos que se emplearán en la matriz de interacción.

Tabla IV. 1 Tipos de interacciones consideradas para la matriz del proyecto del parque fotovoltaico

Tipo de Impacto	Símbolo	Tipo de Impacto	Símbolo
Sin Interacciones Esperadas	·	Interacción Adversa No Relevante	o
Efectos subjetivos o indefinidos	´	Interacción Benéfica	I
Interacción Adversa Significativa	¤	Interacción Benéfica No Relevante	i
Interacción Adversa Media	¢	Interacción administrativa	/

Tabla IV. 2 Matriz de Leopold modificada para el proyecto PSFV Don Humberto

		PREPARACIÓN DEL SITIO						CONSTRUCCIÓN							OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
	Análisis de alternativas	Levantamientos topográficos	Instalaciones de apoyo	Desmonte y despalme	Demoliciones	Acopio de materiales	Patio de maquinaria pesada	Nivelaciones	Cimentación de estructuras	Ensamblado de módulos fotovoltaicos	Red de cableado subterráneo.	Construcción de edificios generales	Generación de residuos sólidos	Retiro de materiales y equipos	Generación de energía eléctrica	Transmisión de energía eléctrica	Aseo general	Mantenimiento de módulos solares	Retiro de las estructuras
Atmósfera																			
a. Calidad del aire																			
b. Entorno acústico																			
Geología y Edafología																			
a. Topografía																			
b. Permeabilidad																			
c. Contenido de contaminantes																			
Hidrología																			
a. Calidad de agua																			

b. Escurrimientos Superficiales																			
c. Flujos subterráneos																			
Biodiversidad																			
a. Vegetación de cultivos																			
b. Fauna asociada a cultivos																			
c. Fauna silvestre																			
d. Fauna nociva																			
e. Aves																			
Paisaje																			
a. Entorno visual																			
a. Paisaje transformado																			
Entorno Socioeconómico																			
a. Comunidad local (economía)																			
b. Manejo de la zona																			

Nota:

SS = Selección del Sitio.

AS = Abandono del Sitio

I.5 Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales.

Una vez identificadas las interacciones que constituyen propiamente los impactos ambientales se procederá a evaluar las características de los mismos para así poder planear y diseñar las medidas de mitigación, compensación y/o monitoreo de los mismos.

El modelo matricial que se ha empleado contiene las actividades básicas que constituyen el proyecto y los elementos del medio que se consideró que pueden interactuar. Bajo este contexto, las perturbaciones generadas en el sistema pueden tener varios criterios de acuerdo a la naturaleza del impacto y a las características del ambiente, es así que, la evaluación de los impactos debe considerar el disturbio con los efectos colaterales a través del tiempo y espacio. En el presente trabajo se consideraron seis parámetros:

Carácter. Hace referencia a los efectos hacia el interior del sistema, reflejando la respuesta de los componentes ante los impactos identificados, de donde se tienen dos criterios para este rubro: adverso (-) o benéfico (+).

Magnitud. Es la dimensión físico-espacial de los efectos en el sistema a partir de la fuente de impacto relacionada con el proyecto, las cuales comprenden tres niveles:

- Local, menos de un kilómetro alrededor de la obra que produce el impacto;
- Zonal mayor que un kilómetro y menor de cinco.
- Regional, más de cinco kilómetros.

Duración. Denota la permanencia del impacto en el ambiente, considerando tres atributos:

Temporal, el impacto y sus consecuencias duran el mismo tiempo que la actividad que lo produce; y Permanente, los disturbios se mantienen en el ambiente por tiempo indefinido mayor de 5 años.

Significancia. Se refiere a la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales, indicándose si es considerado significativo (SI) o no significativo (NO).

Acumulativo. 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 en el presente, indicándose si es considerado acumulativo (SI) o no acumulativo (NO).

Residual. El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación, indicándose si es considerado residual (SI) o no residual (NO).

Tabla IV. 3 Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto

IMPACTOS		C	M	D	S	A	R
IV.3.1. Emisiones a la atmósfera.	IV.3.1.1. Reducción de la calidad del aire por polvo durante la construcción.	-	L	T	No	No	No
	IV.3.1.2. Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción.	-	L	T	No	No	No
	IV.3.1.3. Reducción de la calidad por emisiones a la atmósfera de vehículos de transporte de materiales.	-	L	T	No	No	No
IV.3.2. Entorno Acústico	IV.3.2.1. Generación de ruido durante los trabajos de construcción.	-	L	T	No	No	No
	IV.3.2.2. Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación.	/	/	/	/	/	/
V.3.3. Geología y Edafología.	IV.3.3.1. Alteración de la topografía del sitio	-	L	P	No	No	No
	IV.3.3.2. Compactación del suelo	-	L	T	No	No	No
V.3.4. Hidrología	IV.3.4.1. Reducción de la calidad de agua en corrientes colindantes	/	/	/	/	/	/
	IV.3.4.2. Alteración del patrón de escurrimientos	/	/	/	/	/	/
	IV.3.4.3. Riesgo de derrames durante la construcción.	-	L	T	No	No	No
V.3.5. Flora.	IV.3.5.1. Eliminación de la vegetación entre parcelas	-	L	P	No	No	No
	IV.3.5.2. Eliminación de la productividad de cultivos	-	L	P	No	No	No
	IV.3.5.3. Daño a vegetación aledaña	/	/	/	/	/	/
IV.3.6. Fauna.	IV.3.6.1. Creación de barreras por cercado del sitio	-	L	P	No	No	No
	IV.3.6.2. Alteración de organismos por ruido	-	L	T	No	No	No
	IV.3.6.3. Desplazamiento de fauna asociada a cultivos	-	L	T	No	No	No
	IV.3.6.4. Mortalidad de aves por de la línea de transmisión	-	L	T	No	No	No
IV.3.7. Hábitats de la Región	IV.3.7.1. Reducción de hábitats Inter parcelarios	-	L	P	No	No	No
	IV.3.7.2. Fragmentación del hábitat por barreras físicas	/	/	/	/	/	/

Ecológica							
IV.3.8. Paisaje.	IV.3.8.1. Alteración del paisaje por presencia de trabajadores y maquinaria.	-	L	T	No	No	No
	IV.3.8.2. Alteración del paisaje por los paneles solares.	-	Z	P	No	No	No
	IV.3.8.3. Reducción de la calidad visual del paisaje por una nueva línea eléctrica.	-	L	P	No	No	No
	IV.3.8.4. Degradación del paisaje	/	/	/	/	/	/
IV.3.9. Medio Socioeconómico.	IV.3.9.1. Consolidación del aprovechamiento de las áreas donde los ordenamientos vigentes permiten obras y actividades.	+	Z	P	No	No	No
	IV.3.9.2. Aumento de la oferta de empleo en la construcción.	+	Z	T	No	No	No
	IV.3.9.3. Aumento de la oferta de empleo para operación, aseo y mantenimiento.	+	Z	P	No	No	No
	IV.3.9.4. Aumento de ingresos para la población por el arrendamiento de terrenos.	+	Z	P	No	No	No
	IV.3.9.5. Demanda de servicios para el manejo de residuos sólidos de tipo urbano.	-	Z	P	No	No	No
	IV.3.9.6. Demanda de servicios para el manejo de residuos de manejo especial.	-	Z	T	No	No	No

C = Carácter: Adverso (+), Benéfico (-), Elementos subjetivos (+/-).

M = Magnitud: L (Local, en área < 1 km), **Z** (Zonal, en área < 5 km), **R** (Regional, en área > 5 km).

D = Duración: T (Temporal, dura lo que la actividad impactante), **P** (Permanente, dura más de 5 años).

S = Significancia: Si (es significativo), **No** (no es significativo).

A = Acumulativo: Si (es acumulativo), **No** (no es acumulativo).

R = Residual: Si (es residual), **No** (no es residual).

/ = Sin Efecto identificado

* Aunque la posibilidad es permanente la ocurrencia es nula u ocasional.

Una definición genéricamente utilizada del concepto indicador establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987).

La selección adecuada de los indicadores de impacto busca, mediante la primera fase de identificación de impactos, establecer los elementos del ambiente afectados por un agente o generador de cambio; esto permite, en una segunda fase, evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del proyecto.

Con base a la delimitación de la región Ecológica, las características del proyecto y trabajo de campo, se realizó un planteamiento de los principales aspectos ambientales que se consideraron relevantes a ser analizados para identificar los indicadores de cambio.

I.5.1 Descripción de los Impactos Identificados.

De acuerdo con los resultados del análisis anterior, podemos observar que el proyecto genera pocos impactos ambientales y que estos aparecen principalmente en la etapa de construcción del proyecto ya que en la etapa de operación únicamente hay un uso para generación de energía eléctrica sin emisiones de contaminantes. Los cambios son causados principalmente por las actividades para la instalación de las cimentaciones que soportan las estructuras del parque fotovoltaico.

I.5.1.1 Emisiones a la Atmósfera.

I.5.1.1.1 Reducción de la calidad del aire por polvo.

El área de desplante del parque fotovoltaico se encuentra en un sitio en él, por la falta de receptores como población o vegetación, no hay efectos adversos por la afectación temporal de la calidad del aire por la emisión de partículas fugitivas de polvo que se originen durante la nivelación del terreno. Este impacto se considera por tanto de carácter nulo.

I.5.1.1.2 Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción.

Durante la construcción se generarán emisiones de partículas, humos y gases a la atmósfera por el uso de la maquinaria que se emplea para la construcción, particularmente la utilizada para la excavación de las zanjas para el cableado y cimentación de los fustes. Estos equipos utilizan combustible Diesel, cuyo material particulado fino ha sido asociado con diversos problemas respiratorios y cardiovasculares.

La duración en el aire de los compuestos generados por los gases de combustión varía de acuerdo a las condiciones atmosféricas prevalecientes en el sitio, de tal forma que pueden permanecer desde unas horas hasta varias semanas. En particular, en el sitio del proyecto en un área abierta y alejada de áreas habitacionales (las más cercanas están frente a los extremos del sitio), las condiciones prevalecientes favorecen la dispersión rápida de los contaminantes, evitando su acumulación. Se considera que este será un impacto local, temporal y adverso, pero no significativo.

I.5.1.1.3 Reducción de la calidad por emisiones a la atmósfera de vehículos de transporte de materiales.

Durante la construcción también se generarán emisiones de partículas, humos y gases a la atmósfera por el uso de los vehículos con los que se realice el transporte de los materiales para la construcción de las estructuras del parque fotovoltaico. Las rutas de transporte dependerán de la ubicación de los distribuidores.

En cualquier caso, estas emisiones se generarán principalmente a lo largo de la ruta de acceso al sitio del proyecto.

Se transportarán en camiones de carga tanto materiales prefabricados, el concreto, los módulos fotovoltaicos y las demás estructuras. Sin embargo, la totalidad del material no será transportada al sitio de la obra al mismo tiempo, sino que el transporte se distribuirá a todo lo largo de la etapa de construcción. Esto evitará la concentración de vehículos y un tráfico inusualmente intenso en las vialidades de acceso.

De acuerdo con lo anterior, no se espera un incremento notable de PM10, compuestos orgánicos volátiles (COVs) y óxidos de nitrógeno (NOx) provenientes del escape de vehículos. Podemos calificar el impacto como adverso, local de baja magnitud y temporal, pues cesará una vez que la construcción de las obras haya sido concluida.

En la etapa de construcción también puede haber dispersión de polvo desde los camiones que transporten materiales pétreos, así como polvo proveniente de las áreas de almacenamiento de los materiales para las edificaciones y la cimentación de los fustes que soportarán los paneles fotovoltaicos, que consistirá en instalar los elementos metálicos de soporte mediante hincado de fustes, que después se rellenan con concreto. Para atenuar su efecto la carga de los camiones se cubrirá con lonas y habrá riegos que se harán de manera periódica. En este caso también se puede esperar una dispersión muy rápida de las partículas que escapen las medidas de control, a causa de la topografía de la zona y los vientos.

I.5.1.2 Entorno acústico

Reducción de la calidad ambiental por el ruido producido durante las obras del PSFV.

El ruido es provocado por el aumento de la energía residual en forma de ondas sonoras. De acuerdo con el Artículo 155 de la LGEEPA están prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud.

Durante la etapa de construcción de la infraestructura para el parque fotovoltaico habrá actividades que generarán ruido. De acuerdo con el Artículo de la LGEEPA ya mencionado, en la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.

El controlar las emisiones de ruido en los sitios donde se realiza una construcción es importante para mantener la calidad ambiental. En este apartado se revisarán los efectos del ruido en la atmósfera, mientras que el impacto del ruido en el medio acuático se analizará en el apartado referente a biodiversidad.

Como se describió en el Capítulo III, el ruido de fondo en el sitio del proyecto es bajo, sin que se alcance a percibir ruido intenso de ninguna de las dos vialidades aledañas. En este caso sería mayor el ruido de la autopista Arco Norte, pero sólo en sus inmediaciones y no de forma continua. Lo niveles promedio actuales en la zona se encuentran entre 65.0 y 69.0 dB (A), los cuales son niveles bajos.

Como referencia, en la tabla siguiente se presentan niveles comparativos de acuerdo a la intensidad del ruido. Dado que el ruido se mide en una escala logarítmica, una reducción de 3 dB equivale a reducir el ruido a la mitad. Como aproximación general, sí en el sitio de una obra para ser oído a 2 m de distancia es necesario gritar, el nivel de ruido probablemente está alrededor de 85 dB (A).

Tabla IV. 4 Nivel de intensidad del sonido.

Intensidad del sonido	Nivel Comparativo		Intensidad del sonido	Nivel Comparativo
100 dB	Perforadora eléctrica.		65 dB	Actividad en una oficina.
85 dB	Tráfico en una calle concurrida.		40 dB	Sala de estar (sin televisión o radio).
70 dB	Aspiradora		0 dB	Umbral de Audición
Fuente: Davis, 1991.				

Generalmente el ruido de los diversos métodos de construcción excede los 85 dB (A) cuando hay maquinaria pesada o cimentaciones profundas, aunque, dado que las emisiones no son continuas a lo largo de la jornada laboral, el nivel de ruido observado puede convertirse a un nivel de ruido continuo equivalente que toma en cuenta la duración de la emisión, la distancia al origen, la amortiguación y la reflexión. La Figura IV.1 presenta el nivel de ruido para diferentes equipos normalmente empleados para las excavaciones y nivelaciones.

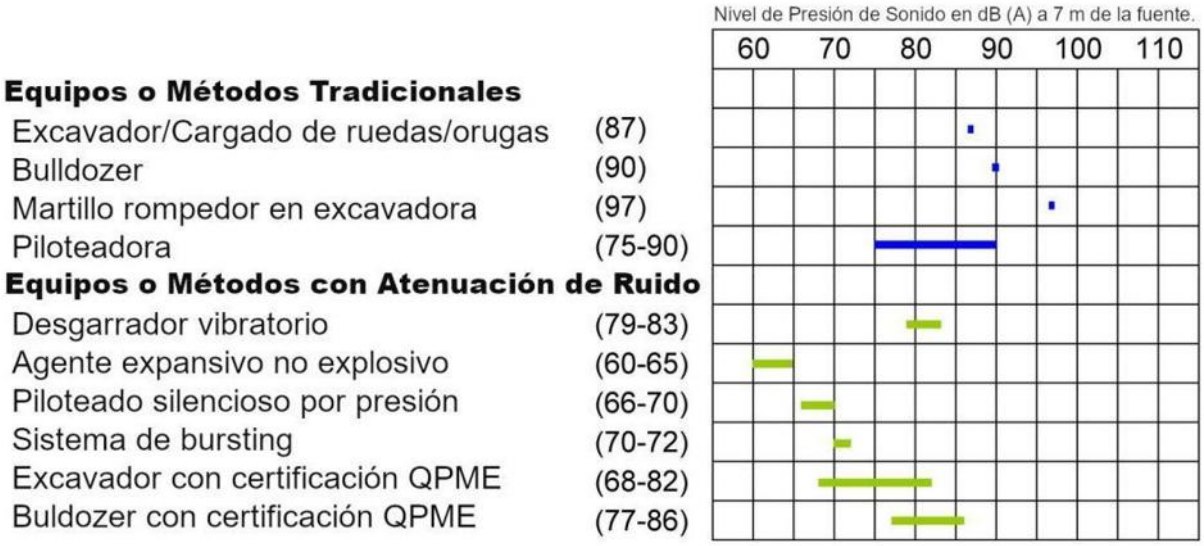


Figura IV. 1 Nivel de ruido de diferentes equipos para construcción

A fin de establecer el nivel de ruido alrededor del sitio de la obra se empleó un modelo computacional para resolver las ecuaciones de propagación de sonido. Para el modelo se consideró una emisión de ruido de 90 dB(A), con una temperatura ambiente de 25 ºC. En dicho modelo se consideró que:

El sonido proviene de una fuente fija no direccional. El terreno se consideró plano y continuo. Las condiciones meteorológicas influyen poco en la propagación del ruido en la dirección del viento. No se contemplan vientos fuertes o inversión térmica que pueda afectar la propagación.

Los resultados de la modelación de los trabajos de construcción en la zona adyacente al límite del parque fotovoltaico en dirección al centro de población se presentan en la Figura IV.2. En la imagen se presentan tres maquinarias operando simultáneamente con un nivel de emisión de ruido de 90 dB. Hay que señalar que a lo largo de la obra la fuente de ruido se desplaza progresivamente desde un extremo al otro del predio.

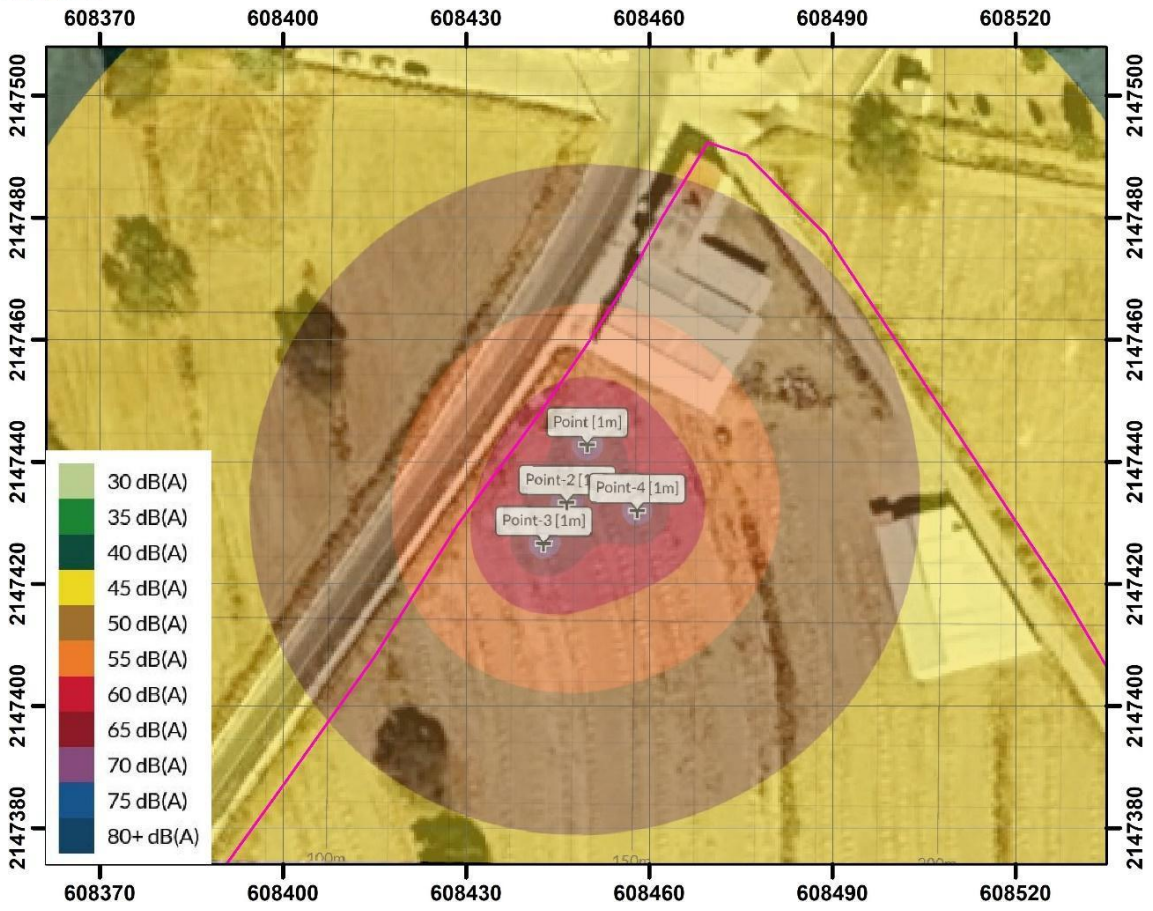


Figura IV. 2 Modelación del ruido de la construcción del parque fotovoltaico.

Como puede verse, a una distancia de aproximadamente 58 m el ruido generado en cualquier punto en el que se realicen los trabajos es similar o menor al ruido de fondo alrededor de la carretera o la autopista. A esa distancia solo existe una edificación residencial y comercial que pueda ser afectada, junto con bodegas actualmente vacías. En la zona no hay áreas que alberguen poblaciones de fauna silvestre.

Aquí vale la pena mencionar que cualquier modelación es solo un estimado del efecto real que tendrán las emisiones de ruido sobre el medio ambiente.

Dado que en la zona cercana al proyecto se incluye la gasolinera contigua y otras construcciones (otra gasolinera) que se encuentran a 60 m al otro lado de la carretera frente al extremo norte de lo que será el parque fotovoltaico, es importante señalar que, en esta zona, al exterior del edificio, no podrá percibirse ruido de las obras, dominando en cabio el ruido del tráfico de la carretera. Aun así, estos niveles de ruido de forma esporádica no tienen efectos fisiológicos y, al no ser permanentes, no tienen efectos a largo plazo.

En la periferia de la localidad, el nivel de ruido que se percibirá en el exterior cunado el frente de trabajo se encuentre en esa área será comparable al de una oficina

bulliciosa, por lo que no ahí no hay impacto en la población. Además, aunque el ruido se genere de forma periódica, este no será continúo debido a que el horario de trabajo será únicamente diurno, de acuerdo con los reglamentos de construcción correspondientes.

A lo largo de las dos vialidades que dividen el sitio del proyecto no se encuentran receptores que puedan se afectados por el ruido el cual, por otra parte, no afecta a los vehículos en tránsito.



El hecho de que el proyecto se ubique en una zona abierta representa por sí mismo un factor que favorece la mitigación del ruido, por lo que el efecto del impacto sigue siendo temporal y reversible, lo que permite mantener su magnitud como local y no significativo.

I.5.1.2.1 Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación.

En la etapa de operación no habrá fuentes fijas ni actividades que generen niveles elevados de ruido en el parque fotovoltaico.

En esta etapa tampoco habrá ruido por el tráfico de vehículos pesados y dado el tipo de actividad que se realiza en el parque fotovoltaico, tampoco serán rebasados los límites que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001 referente a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Es importante señalar que dicha norma tampoco es aplicable para controlar el ruido con el fin de prevenir riesgos o molestias a la población y el medio ambiente fuera de la zona de trabajo.

I.5.1.3 Geología y Edafología.

I.5.1.3.1 Alteración y ocupación del suelo agrícola

Las perturbaciones en el suelo serán uno de los principales impactos que se generarán durante la construcción del parque fotovoltaico, debido a que se tendrá que perforar para la colocación de los fustes.

Dado que la no hay roca y no habrá uso de explosivos, esto no será significativo. Su magnitud es local y aunque la perturbación será temporal, la ocupación del área de desplante será permanente.

I.5.1.3.2 Compactación del terreno.

La construcción del proyecto contará con áreas cimentadas, además de la utilización de maquinaria, lo que provocará la compactación del suelo.

I.5.1.3.3 Generación de residuos de manejo especial.

Este tipo de residuos se generarán durante todas las fases de construcción del proyecto. Además, habrá costales que contuvieron cemento, cal y demás insumos de construcción, escombro, o latas de pintura vacías (que no sean a base de plomo o cromo), entre otros. El mal manejo de estos podría ocasionar contaminación de suelo.

I.5.1.3.4 Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles.

Debido a la presencia de vehículos y maquinaria en el área del proyecto existe el riesgo por derrame de aceites y combustibles que ocasionen contaminación del suelo, por lo que éstos deberán ser manejados como residuos peligrosos.

I.5.1.3.5 Generación de residuos peligrosos.

Este tipo de residuos se generarán durante las etapas de preparación y construcción, es importante señalar que este tipo de residuo se generará siempre y cuando ocurra alguna contingencia derivada del mal funcionamiento de algún vehículo o maquinaria, del cual se derrame combustible o líquido de motor, el mal manejo de estos podría ocasionar contaminación al suelo o incluso riesgo de accidentes.

I.5.1.4 Hidrología.

Modificación a los patrones de infiltración y escurrimiento. La compactación del suelo aunado a la pérdida de la cubierta de suelo para cultivo implica una modificación a los patrones de infiltración y escurrimiento. Debido al retiro de vegetación y la compactación del suelo aumentará la erosión hídrica y eólica del suelo, durante las etapas de preparación y construcción del proyecto. Sin embargo, el establecimiento de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos y la posterior colonización del estrato herbáceo bajo los mismos mitiga este impacto.

Generación de aguas residuales sanitarias. Estas aguas sanitarias se entienden como las que se generarán por uso de los trabajadores en las áreas de proyecto para la satisfacción de sus necesidades biológicas, los cuales pueden derivar en afectaciones a la salud para los mismos. Por esta razón se colocarán letrinas portátiles en diversos puntos del predio, cerca de los frentes de trabajo.

I.5.1.5 Flora.

I.5.1.5.1 Eliminación de la flora en la zona del parque fotovoltaico.

El área para el Proyecto será ocupada físicamente en su totalidad, por lo que perderá la vegetación existente entre parcelas que y que no podrá ser recolonizada. Esto afecta especies en el estrato herbáceo. La reducción de los vientos reducir el transporte de polvo que puede depositarse en los paneles solares. Además, la preservación de vegetación existente en los bordes de las parcelas es fundamental para proteger a los roedores silvestres y la fauna benéfica.

I.5.1.6 Fauna.

I.5.1.6.1 Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna.

La fauna asociada a los cultivos, es un componente esencial de la agrobiodiversidad, donde destaca la interacción entre las especies de la milpa, incluyendo mamíferos, aves e insectos benéficos

El retiro de vegetación implica la pérdida de hábitat para las diversas especies de fauna asociada a cultivos que se distribuyen en esta zona. Aunque los agroecosistemas tradicionales mantienen biodiversidad, la agricultura intensiva y el uso de pesticidas han afectado a la fauna nativa.

I.5.1.6.2 Afectación a especímenes de fauna silvestre o que se encuentren listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El cambio de uso del predio puede derivar en una afectación a la fauna existente en la zona propuesta, pero esto no incluye especies en alguna categoría de protección.

I.5.1.6.3 Atracción de fauna nociva u oportunista.

La atracción de fauna nociva u oportunista, podría ser el resultado de un mal manejo de los residuos sólidos urbanos (municipales), que generen los trabajadores durante las etapas de preparación y construcción, esto será por el efecto atrayente que pueden tener los desechos especialmente los orgánicos como son los restos de comida o envolturas de los mismos alimentos hacia la fauna silvestre (oportunista), o a la fauna nociva que habita en las áreas urbanas cercanas, como pueden ser perros, gatos domésticos o roedores.

I.5.1.6.4 Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal.

La presencia de trabajadores en el área del proyecto implica el riesgo de algún incidente por contacto negativo con las especies de fauna silvestre que pueda encontrarse en la vegetación entre parcelas. No obstante, por las condiciones actuales del sitio estos encuentros son poco probables.

I.5.1.6.5 Afectación a la avifauna por la infraestructura eléctrica.

En la etapa de operación y mantenimiento este impacto (incremento de la tasa de mortalidad) afecta principalmente al grupo de las aves tiendo dos orígenes probables: electrocución y colisión. La electrocución de un ave en las líneas de transmisión eléctrica se produce cuando el ave toca dos fases energizadas o una fase y una parte metálica. Entre los equipos que presentan riesgo de electrocución están los transformadores. En el caso de las colisiones, estas se registran más frecuentemente en líneas de transmisión de poste, aunque se prevé que los eventos de colisión sean mínimos en este proyecto por tratarse de una línea de transmisión en una zona transformada, sin áreas naturales que sirvan de hábitat para las aves.; asimismo se debe considerar que algunas especies pueden colisionar contra los cables cuando no logran evitarlos.

Existen dos formas en las que un ave puede electrocutarse: la primera ocurre durante el vuelo a lo largo del tendido eléctrico, al momento que un ave se acerca y toca dos líneas sirviendo como puente para la electricidad (APLIC, 2006), en este sentido, el tamaño del ave es muy importante (con envergadura superior a 120 cm, que es la distancia promedio entre dos líneas de un tendido eléctrico). Entre las especies que corren este riesgo se encuentran las especies de rapaces de las familias Cathartidae, Accipitridae y Falconidae, algunas especies acuáticas como la garza y algunas rapaces nocturnas como el búho cornudo principalmente.

La segunda forma de electrocución ocurre en las torres eléctricas al momento de percharse, si llega a existir contacto con alguna fase conductora el ave sirve como puente entre esta y la estructura de la torre. Esta forma de electrocución depende más de los hábitos que del tamaño de las especies, ya que algunas especies suelen anidar en torres eléctricas, y muchas otras las utilizan como sitios de descanso, en estos casos se han reportado especies de rapaces tanto diurnas como nocturnas como principales víctimas de este tipo de electrocución, sin embargo, también existen reportes de especies de garzas, pájaros carpinteros, gorriones, cuervos, urracas, zorzales y palomas (APLIC, 2006).

La línea de transmisión de este proyecto requerirá de la instalación postes troncónicos, por lo que se esta segunda forma de electrocución puede llegar a ocurrir.

Sin embargo, la mayoría de dichas especies no se encuentran en las zonas agrícolas. De acuerdo con el INE (2002) las características de los sitios potencialmente críticos para la electrocución de aves corresponde a áreas cercanas a cuerpos de agua (lagos, lagunas, ríos y humedales, zonas costeras y corredores migratorios para aves acuáticas) y que las aves más susceptibles de electrocución son las acuáticas, lo que hace

del área de establecimiento de este proyecto, un sitio menos probable a la electrocución de aves toda vez que la línea de transmisión se encuentra lejos de cuerpos de agua

La altura de vuelo un factor muy importante a considerar cuando se habla de riesgo de colisión contra el cable de guarda y los conductores de una línea de transmisión eléctrica, en este sentido, las aves que vuelan a la altura de los conductores y el cable de guarda, así como en un rango de hasta 50 m por encima del cable de guarda, son las que corren mayor peligro (De la Zerda y Roselli, 2003). Por lo anterior y considerando como zona de riesgo el intervalo entre los 45 y 60 m de altura (se considera una catenaria o curva del cableado de 8 m), se seleccionaron como especies potencialmente vulnerables a aquellas cuya altura de vuelo se registró entre este intervalo.

Con base en los párrafos precedentes, así como la información presentada en el capítulo III del presente estudio, las especies susceptibles a la colisión y electrocución son las especies rapaces y no rapaces que anidan en las estructuras de transmisión, las aves acuáticas, migratorias y las especies que registraron altura de vuelo entre los 45 y 60 m de altura.

I.5.1.7 Hábitats de la Región Ecológica.

I.5.1.7.1 Reducción de hábitats Inter parcelarios.

El proyecto removerá la vegetación entre las parcelas, que constituyen un tipo de hábitat transformado. Los hábitats Inter parcelarios son espacios lineales o áreas pequeñas, como caminos, brechas, bordes de campos de cultivo, cercas vivas y zanjas, que se encuentran localizados entre parcelas agrícolas o en el interior de predios ejidales y propiedades privadas. Estos espacios, aunque a menudo modificados por la actividad humana juegan un papel ecológico crucial en el paisaje agrícola. Sus características y funciones principales pueden incluir:

Conectividad Ecológica: Actúan como corredores biológicos o "parches trampolín" (stepping stones) que permiten el movimiento de especies de flora y fauna entre áreas naturales más grandes, reduciendo el aislamiento de las poblaciones.

Biodiversidad Periurbana: Sirven como refugio, zonas de alimentación y reproducción para especies silvestres, funcionando como hábitats de transición o mosaicos de vegetación dentro de matrices agrícolas.

Gestión del Paisaje: Son zonas de transición que delimitan los usos del suelo agrícola y pecuario.

Mejora Ambiental: La implementación de "cercas vivas" o la reforestación de estos espacios ayuda a limitar caminos, controla la erosión y mejora la conectividad funcional del ecosistema.

Que, en este caso, con la construcción del Proyecto PSFV Don Humberto, será mínima, ya que el predio se encontrara desprovisto de vegetación, ya que no se volverá a sembrar, para el tiempo en que se consigan todas las autorizaciones para su construcción, solo existirá vegetación de tipo herbácea.



Figura IV. 3 Vista de las condiciones actuales del predio

I.5.1.8 Paisaje

I.5.1.8.1 Alteración del paisaje por presencia de trabajadores y maquinaria.

Durante la construcción del parque fotovoltaico se modificará temporalmente la imagen del sitio debido a la presencia de los trabajadores, así como de los materiales propios de la obra.

El PSFV Don Humberto, es una obra que conlleva un impacto visual, debido a que la presencia de equipo y maquinaria durante las etapas de preparación y construcción, así como la infraestructura del parque durante la operación; modifican la naturalidad del paisaje.

Este impacto se considera que posee un carácter subjetivo, pero no significativo, de duración permanente y magnitud zonal. El impacto se mitiga por el perfil bajo de los módulos fotovoltaicos.

I.5.1.8.2 Degradación del paisaje por manejo inadecuado de residuos.

Como en cualquier actividad, si no se da un adecuado manejo a los residuos, se puede originar la dispersión y acumulamiento de basura en el área, afectando la armonía visual y escénica del lugar. Este impacto se considera de carácter adverso, no significativo, de duración temporal y magnitud local.

I.5.1.9 Medio Socioeconómico.

I.5.1.9.1 Consolidación del aprovechamiento de las áreas donde los ordenamientos vigentes permiten pobras y actividades.

El parque fotovoltaico se construirá en un área donde el ordenamiento general del territorio establece una política de aprovechamiento. Actualmente no hay ordenamientos ecológicos en ninguno de los tres municipios en los que se desplantará el proyecto.

I.5.1.9.2 Aumento de la oferta de empleo en la construcción.

Para la etapa de construcción del parque fotovoltaico será necesaria la contratación de personal que realice los trabajos desde la preparación del terreno hasta el montaje de los módulos fotovoltaicos. Se calcula una media de 500 trabajadores, durante los 36 meses previstos.

Dadas las condiciones económicas que actualmente presenta la economía nacional, los proyectos que incentivan el fortalecimiento de la economía regional y nacional, así como la creación de empleos directos a todos los niveles, representa un gran estímulo a nivel socioeconómico, además la política de construcción y operación del proyecto prevé operar con las medidas de mitigación y compensación necesarias para que también el proyecto sea ambientalmente viable. Debido a que la obra es relativamente pequeña y de duración corta, este impacto se considera de carácter positivo, de importancia no significativa, de duración temporal periódica y de magnitud local.

I.5.1.9.3 Aumento de la oferta de empleo para operación, aseo y mantenimiento.

El parque fotovoltaico ofrecerá trabajos en el sector terciario para la población local. Para los trabajos de mantenimiento será necesaria la contratación de personal capacitado que ejecute esta tarea. Sin embargo, debido a que estos proyectos son operados de manera automática casi en su totalidad, sólo será necesaria la contratación permanente de cinco personas por turno (15 personas) durante la operación y mantenimiento. Es por ello que este impacto se considera de carácter positivo, de importancia no significativa, de duración temporal periódica y de magnitud local.

I.5.1.9.4 Generación de residuos sólidos municipales.

Se denomina residuo municipal o residuo sólido urbano (RSU) a aquel originado en los núcleos urbanos como resultado de las actividades domésticas, comerciales, o al que por su composición es similar a éste. Por ejemplo, son residuos sólidos urbanos los restos orgánicos de alimentos, los envases y envoltorios, las botellas o recipientes de vidrio. De manera general, los residuos municipales no se consideran peligrosos ni tóxicos. Debido a la presencia de trabajadores es factible que se generen este tipo de residuos durante la construcción del PSFV.

I.5.1.9.5 Incremento en la derrama económica para el municipio.

El personal implicado para la realización de todas y cada una de las actividades en el desarrollo del proyecto generará un incremento en la derrama económica para el municipio de Culiacán y localidades cercanas, al consumir productos y servicios locales para cubrir sus necesidades básicas (ej. alimentación, vivienda, hospedaje, etc.).

I.5.1.9.6 Generación de energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos.

El proyecto generará energía eléctrica generada a través de medios renovables (energía solar) para satisfacer la demanda de los diversos sectores económicos, reforzando el sistema eléctrico nacional. La producción de energía eléctrica a través del uso de energías renovables como la radiación solar, representa para el Estado Mexicano una vía para promover la eficiencia y sustentabilidad energética. En ese sentido, el proyecto contribuirá con el abastecimiento al mercado eléctrico nacional a precios competitivos.

I.5.2 Impactos acumulativos y sinérgicos

En la Región Ecológica donde se ubica el proyecto propuesto existen principalmente zonas agrícolas y asentamientos humanos. En el oeste existen áreas con vegetación natural, pero todas con algún grado de perturbación que deben tomarse en cuenta para determinar la forma en que todas estas interactuarán y, en su caso, si afectarán al medio ambiente. El REMIA en su Artículo 11, Fracción IV establece que los proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas, se presentan en la modalidad regional, a cuyo contenido se apega el presente documento. Así, se identificaron los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales que pudiera ocasionar el proyecto del parque fotovoltaico.

I.6 Medidas de Prevención, Mitigación, Compensación y Restauración

Una vez identificados los impactos ambientales que pudieran ser originados por el establecimiento y desarrollo de un proyecto específico, se requiere planificar y diseñar un conjunto de acciones o medidas que estén orientadas a la prevención, anulación, reversibilidad y mitigación de los impactos ambientales significativos que se han identificado ya con anterioridad; es decir, elaborar el planteamiento de estrategias de prevención y mitigación de impactos.

I.6.1 Clasificación de las Medidas de Mitigación.

Las medidas que permitirán cumplir los objetivos del proyecto en el sentido de no contribuir al deterioro del entorno de las localidades cercanas se pueden clasificar de la siguiente manera:

Prevención. Aquellas medidas tendientes a evitar un impacto adverso son las preventivas. En el caso de las actividades cotidianas que se realizarán en la construcción de la estructura, principalmente el piloteado, estas se enfocan a evitar impactos adicionales a los que ocurrirán por el uso de maquinaria (perforadora y grúas), vehículos ligeros y la presencia del personal en la construcción. Aquí se incluyen las prácticas adecuadas en el manejo de los residuos sólidos y líquidos.

El segundo grupo de medidas de prevención, que son las más importantes, se han integrado al proyecto desde el diseño con el uso de las mejores estrategias disponibles para limitar la dispersión de sedimentos durante el piloteado, así como para la prevención de derrames accidentales.

Mitigación. Son las medidas que buscan reducir los efectos adversos de los impactos inevitables del proyecto. En este caso las medidas se enfocan principalmente a mitigar el efecto del ruido de los equipos utilizados en la construcción.

Remediación. Son las que, una vez causado el impacto adverso, permiten eliminar sus efectos y restablecer en lo posible las condiciones previas del sitio afectado. Dado que se parte de un sitio sin vegetación ni fauna o características naturales notables, la aplicación de medidas de remediación no es necesaria.

Rehabilitación. En el caso de encontrar elementos ambientales dañados o la ocurrencia de impactos, por causas ajenas a la construcción de la estructura, como serían la urbanización previa o la presencia de especies invasoras en un área natural, se puede considerar la realización de obras de rehabilitación. En este caso no se presentan las condiciones mencionadas.

Compensación. Finalmente, en el caso de no poder encontrar medidas que prevengan, remedien o rehabiliten alguno de los elementos alterados por la instalación del parque fotovoltaico, se pueden implementar medidas en elementos diferentes como medidas de compensación.

I.6.2 Agrupación de los Impactos de Acuerdo con las Medidas de Mitigación Propuestas.

A través de la revisión de impactos realizada en el capítulo anterior ha sido posible determinar que el proyecto para la construcción del parque fotovoltaico no provocará impactos ambientales significativos y que los impactos no significativos que ocurrirán son pocos y, en algunos casos, pueden reducirse aún más mediante la aplicación de algunas medidas simples adicionales a las ya incorporadas en el propio proyecto.

La Tabla IV.5 presenta las medidas de mitigación propuestas. Es importante señalar que, como se mencionó, el proyecto incluye en su diseño medidas para prevenir la dispersión de residuos durante la construcción, con lo cual se busca mantener las condiciones ambientales en la zona y sus alrededores, ya que esta no está asociada a impactos adversos significativos.

Tabla IV. 5 Medidas de control y mitigación ambiental, aplicables al proyecto de construcción del parque fotovoltaico

Impacto	Medida Aplicable	Tipo	Objetivo	Momento de Ejecución	Responsable de su Aplicación
Atmósfera					
Reducción de la calidad del aire por el incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular.	Dar mantenimiento adecuado al equipo utilizado para evitar rebasar los niveles de emisiones permisibles	P	Mantener buenas condiciones ambientales en el sitio	Construcción	Promovente
Reducción de la calidad del aire por dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria.	Cubiertas a los vehículos de transporte de materiales	P	Mantener buenas condiciones ambientales en el sitio	Construcción	Promovente
	Riego de caminos internos	P	Mantener buenas condiciones ambientales en el sitio	Construcción	Promovente

Reducción de la calidad del entorno por ruido en la construcción.	Dar mantenimiento adecuado al equipo utilizado para evitar rebasar los niveles de ruido permitidos en la normatividad aplicable	P	El nivel de ruido se mantendrá dentro de los límites establecidos en las normas mexicanas	Construcción	Promovente
		P	Dar a los trabajadores condiciones de trabajo adecuadas y evitar la degradación del entorno.	Construcción	Promovente
Geología y Edafología.					
Perdida de cultivos por ocupación de superficie	Respetar los límites del diseño del proyecto.	C	No afectar un área mayor a la necesaria.	Construcción	Promovente
Posible contaminación del suelo por derrame de aceites y combustibles	Mantenimiento constante de la maquinaria	P	Prevenir la degradación de suelos	Construcción	Promovente
Contaminación del suelo por fecalismo al aire libre	Se colocarán letrinas portátiles y retirarán las aguas residuales a través de empresas autorizadas	P	Dar a los trabajadores condiciones de trabajo adecuadas y evitar la degradación del entorno.	Construcción	Promovente
Aumento a la erosión hídrica y eólica.	Obras de conservación de suelo y agua; Reforestación	P	Prevenir la degradación de suelos	Construcción	Promovente
Hidrología					
Reducción de la calidad del agua en arroyo y canal colindantes		p	Evitar que los movimientos de tierra se dispersen más allá del área de trabajo.	Construcción	Promovente

Modificación en la capacidad de infiltración y al escurrimiento	Obras de conservación de suelo y agua	M	Permitir la permanencia de los escurrimientos pluviales	Construcción	Promovente
Vegetación					
Afectación a especies cultivadas de lento desarrollo	Reforestación y conservación de la franja de amortiguamiento con árboles en el perímetro que sirvan como cortinas rompevientos	C	Mantener la presencia de árboles en el predio	Operación	Promovente
Fauna.					
Afectación de la fauna asociada a cultivos	Ahuyentamiento	M	Prevenir la perdida de organismos	Operación	Promovente
Afectación a especímenes de fauna silvestre por compactación del terreno.	Ahuyentamiento de fauna	M	Prevenir la perdida de organismos de fauna menor	Construcción	Promovente
Riesgo de incidentes por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación del terreno	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de serpientes	P	Prevenir la perdida de organismos	Construcción	Promovente
Atracción de fauna nociva	Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo (manejo integral de residuos)	P	Prevenir la perdida de organismos	Construcción	Promovente
Tipos de medidas: M = Mitigación; P = Prevención; C = Compensación; R = Rehabilitación; D = Remediación.					

I.6.3 Descripción de la Estrategia o Sistema de Medidas de Mitigación.

En este capítulo se describe, en función de lo que establece la Fracción VI del Artículo 13 del REIA, que las Manifestaciones de Impacto Ambiental modalidad Regional deberán contener las Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; por lo que en éste se desarrollarán las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados en el capítulo IV de este documento, en este sentido, se propondrán la medidas correspondientes y ambientalmente viables a llevarse a cabo, para prevenir,

reducir, mitigar, compensar o restaurar el nivel de impacto ambiental que se pudiera ocasionar por el desarrollo del proyecto.

Todas las acciones a realizar deben considerarse desde las etapas de planeación y diseño del proyecto, para ser aplicadas durante la preparación, construcción y operación del proyecto, siendo el promovente, la responsable de la calidad ambiental del sitio del proyecto al término de la obra y durante la etapa de operación y mantenimiento del mismo. Ante ello deberá vigilar la correcta instrumentación y aplicación de las medidas propuestas, para mantener la calidad ambiental existente y minimizar las posibles afectaciones derivadas de la presencia del Proyecto.

El diseño de las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales considera aquellas acciones que han sido satisfactorias en proyectos similares; tomando en cuenta el área del proyecto y su interacción con otros parques solares, potencializando los efectos residuales o acumulativos. De acuerdo a lo anterior, la mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar, o disminuir los impactos negativos que un proyecto puede generar sobre el entorno natural y humano. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los factores o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad a la perturbación causada (Espinoza, 2002).

I.7 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

La implementación de un PVA, tiene como función el ser la guía a seguir por el promovente para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales derivados de la implementación del Proyecto, en cada una de las etapas de su desarrollo.

El PVA se plantea desde el inicio de la etapa de preparación del sitio y hasta concluir su operación, incluyendo la etapa mantenimiento, aun cuando el objetivo del promovente del proyecto es ampliar indefinidamente su vida útil. Dicho programa permitirá tener un control en los impactos y prevenir impactos no identificados generados a lo largo de las etapas del proyecto.

I.7.1 Objetivos

Para disminuir el efecto de los impactos significativos del proyecto, propiciando el cuidado del medioambiente, así como potencializar los efectos positivos que genera el desarrollo que este tipo de proyectos, al producir emisiones bajas de carbono y utilizar los recursos naturales de manera eficiente, se busca alcanzar los siguientes objetivos:

- Fijar los procedimientos para obtener indicadores ambientales que permitan monitorear el éxito de las medidas, así como los programas generados para su cumplimiento.
- Observar el desarrollo ambiental del proyecto tomando como base la normatividad ambiental vigente y aplicable al mismo.

- Revisar el cumplimiento de las medidas de mitigación descritas en la MIA-R.
- Verificar y evaluar la efectividad de las medidas propuestas.

El responsable de la aplicación de este programa será el promovente, a través de un supervisor encargado de vigilar que se aplique correctamente este programa.

El PVA, contempla todas las medidas de mitigación, compensación y prevención determinadas para cada uno de los impactos ambientales identificados en el proceso de evaluación de impacto ambiental dentro de la MIA-R, así como los subprogramas específicos en los que se contienen dichas medidas.

I.7.2 Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación

Las medidas de mitigación se deberán realizar durante el tiempo que dure cada fase del PSFV Don Humberto y de acuerdo con lo estipulado en cada programa específico.

Una vez identificados los impactos ambientales generados por el desarrollo de cada una de las fases del parque, se enlistan las acciones que generan impactos en los diferentes medios, así como la descripción de las actividades y obras a realizar con el fin de mitigar, controlar, prevenir y/o compensar dichos impactos.

I.7.3 Impactos residuales

Como impactos residuales para el Proyecto, con base en los análisis se determinó que la preparación, construcción, operación y mantenimiento no representa una afectación directa para los factores ambientales presentes, debido a que, si bien este tipo de proyectos hace uso de grandes superficies, son generalmente amables con el medio ambiente y se consideran de bajo impacto ambiental.

Para estimar el efecto residual se consideraron los impactos generados durante todas las actividades del proyecto, desde su preparación hasta la operación, así como los impactos previos a la realización del mismo que si bien son ajenos al presente, son considerados como acumulativos al mismo. Los impactos que permanecerán en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación son:

- Afectación a las especies cultivadas.
- Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna menor.
- Compactación del terreno.
- Contaminación visual.
- Modificación a la capacidad de infiltración y al escurrimiento.

Las actividades del proyecto durante la etapa de preparación no implican mayores afectaciones a la flora y fauna silvestre, ya que como se ha venido mencionando

es un predio agrícola que carece de vegetación forestal . Sin embargo, se llevará a cabo previo al inicio de actividades el programa de rescate y reubicación de flora, y ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna que, de acuerdo al análisis de impactos residuales, éstos se minimizan, pero no se mitigan por completo. Por lo que se compensarán de forma completa al llevar a cabo dichos programas.

Por otro lado, la modificación a la capacidad de infiltración y el escurrimiento permanecerá aún después de la aplicación del programa de conservación de suelo y agua (canales de desvío, alcantarillas y puentes), sin embargo, estos impactos serán compensados mediante la reforestación.

Finalmente, la compactación del terreno a consecuencia del movimiento de vehículos y maquinaria es un impacto que permanecerá en el área después de la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes. Este impacto es de significancia baja, y debido a las actividades antropogénicas que se ejercen sobre el terreno, este ya ha sido compactado con anterioridad por causas ajenas al presente proyecto.

I.7.4 Resumen de las medidas por etapa

I.7.4.1 Etapa de Preparación del sitio.

Limpieza. Dado que no hay presencia de vegetación terrestre en el sitio de trabajo, no se realizará trabajos que impliquen el desmonte o retiro de vegetación alguna, únicamente se retiraran cualquier residuo en el lugar, si los hubiese Medición y Nivelación. Durante esta etapa no se tiene establecido ninguna medida de mitigación o compensación dado que los trabajos de medición no conllevan impactos en la superficie de terreno que se requiere utilizar para construir el parque fotovoltaico.

I.7.4.2 Etapa de Construcción

Construcción de la estructura. La generación de partículas fugitivas de polvo no representa un impacto al ambiente debido a que las obras se encuentran en un medio donde el material que se altera está constituido con poco potencial para su dispersión por la acción de los vientos que predominan en la zona.

Capacitación al personal: De manera previa al inicio de obras se dará una capacitación al personal de obra, en el cual se hará énfasis en la protección del medio ambiente mediante la aplicación de buenas prácticas durante los procesos de construcción. Por otra parte, se dará una sesión básica de la importancia del cumplimiento de legislación ambiental aplicable y obligaciones ambientales derivadas del resolutivo en materia de impacto ambiental en caso de ser autorizado el proyecto.

Generación de Residuos. Para evitar la contaminación del suelo, del agua, la mala imagen, así como la proliferación de fauna nociva, ocasionado por un inadecuado manejo de los desechos, durante la etapa de construcción del parque fotovoltaico se colocarán en el predio botes metálicos, acondicionados como contenedores de basura.

Estos contenedores se vaciarán una vez a la semana y los desechos serán enviados a un sitio donde la autoridad municipal lo indique, para su disposición final.

Residuos sanitarios. Con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua, se hará una adecuada disposición de estos residuos mediante el uso correcto de sanitarios portátiles.

I.7.4.3 Etapa de Operación y mantenimiento

Riesgo de derrames. Para mejorar la resistencia de las estructuras a los efectos destructivos del sol y la humedad, periódicamente es necesario aplicar algún tipo de protector o acondicionador a las superficies. Durante la aplicación de dichas sustancias protectoras podrían ocurrir derrames accidentales que afecten la calidad del suelo. Como se ha señalado, en este caso se genera un riesgo, pero si se desarrollan las actividades de mantenimiento siguiendo prácticas correctas los daños potenciales se minimizan.

Para esto, se deberá evitar manejar en el parque fotovoltaico cualquier sustancia en envases mayores de 20 l. La aplicación deberá hacerse con brocha o estopa, manejando los implementos sobre bandejas colectoras. No se deberá realizar el mantenimiento en época de lluvia o cuando haya mal tiempo, para evitar que las sustancias se dispersen antes de secar completamente. En todo caso, siempre se deberá seleccionar las sustancias que tengan mayor compatibilidad con el medio ambiente en cuanto a biodegradabilidad, persistencia y toxicidad.

Generación de Residuos. Para evitar la contaminación del suelo, del agua, la mala imagen, así como la proliferación de fauna nociva por un inadecuado manejo de los desechos, durante la etapa de operación, cuando este en uso el parque fotovoltaico, se colocarán contenedores para basura accesibles al personal. Estos contenedores se vaciarán diariamente en los contenedores principales de las instalaciones y diario o al menos una vez a la semana (de acuerdo al volumen generado), los desechos serán enviados a un sitio donde la autoridad lo indique para su disposición final.

Aunado a todo lo anterior, se seguirá de manera estricta, todas las medidas y condicionantes que establezca el resolutivo, en caso de ser autorizado el proyecto. Así como de los ordenamientos y legislación ambiental aplicable.

I.8 Programa de Reforestación

En términos de riqueza biológica, México está posicionado en el cuarto lugar del mundo. Este lugar privilegiado otorga al país un papel fundamental en la conservación del capital natural del planeta. Las decisiones que hoy se tomen sobre el uso de los recursos naturales tendrán, sin duda, un impacto en el desarrollo de las generaciones actuales y futuras.

La reforestación es un conjunto de actividades que comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación

de árboles. Producto de la degradación, que es un proceso que origina la pérdida o el empobrecimiento del suelo para producir biomasa y, por lo tanto, para sustentar la vida animal y humana. Sus causas son variadas, pero pueden ser resumidas en dos grandes vertientes: la primera por las variaciones climáticas y naturales, mientras que la segunda son las ocasionadas por el hombre.

El suelo es un recurso natural considerado como no renovable, debido a lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de haber sido erosionado o deteriorado física o químicamente. Sin embrago, en México el suelo ha sido un patrimonio subestimado, un recurso que hemos dilapidado con el paso del tiempo y cuya perdida, de continuar a esa velocidad, pone en peligro nuestra viabilidad como nación. La falta de atención y regulación de su uso se refleja en altos niveles de degradación, y las repercusiones sociales, económicas y ambientales, aunque graves, no han sido valoradas en su totalidad.

Definiciones

La LGDFS, en el artículo 7, fracción XXIX, define a la reforestación como el establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales. La reforestación es un proceso que comprende las etapas de planeación, obtención de semilla, producción de planta, selección del sitio de reforestación, preparación del terreno, plantación, mantenimiento, protección y manejo.

Existen diversas estrategias encaminadas a lograr la restauración de los ecosistemas, entre las más importantes se puede mencionar la rehabilitación, el saneamiento o reclamación, reemplazamiento vegetal y el recubrimiento vegetal o revegetación (Márquez – Huitlzil, 2005). A continuación, se definen algunos términos de importancia en las actividades de restauración.

Rehabilitación: Acciones orientadas al restablecimiento de la productividad y de algunas otras funciones ecológicas. Se busca la reintroducción de alguna pero no necesariamente todas las especies animales y vegetales originalmente presentes. Por razones ecológicas o económicas, el nuevo bosque puede incluir especies que no estaban originalmente presentes. A través del tiempo, la función de protección del bosque y los servicios ecológicos pueden ser restablecidos.

Saneamiento o reclamación: Su objetivo es recobrar la productividad en un sitio degradado. Para ello, se utilizan principalmente árboles de especies exóticas, frecuentemente establecidos en monocultivos. La diversidad biológica original no se recupera y la mayoría de los servicios ecológicos pueden ser restablecidos (entre ellos la de protección). Reemplazamiento vegetal: Es el proceso por el que se induce la formación de un ecosistema diferente al original, generalmente no se considera la condición natural histórica del sitio, por lo cual, en estas actividades es muy común el uso de especies exóticas.

Recubrimiento vegetal o revegetación: Esta estrategia puede lograrse únicamente fortaleciendo procesos como la sucesión vegetal, la productividad, la ecología del suelo, la incorporación de nutrientes, entre otros; el objetivo principal es permitir que el sistema regrese por sí sólo a su estado original utilizando especies nativas (Martínez, 1996; citado por Márquez – Huitzil, 2005).

Entendidas de esta manera, la restauración y la rehabilitación de bosques se llevan a cabo en lugares o en territorios en los que la pérdida de la cobertura vegetal ha provocado una disminución de la calidad de los servicios ecosistémicos. Su finalidad es fortalecer la resiliencia de zonas y paisajes forestales y, por lo tanto, mantener abiertas las futuras opciones de ordenación y gestión territorial.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha clasificado a las especies de acuerdo con su origen y distribución, de la siguiente forma:

Especie nativa. Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área. Especie endémica. Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región. Las especies endémicas son frágiles ante las perturbaciones ya que su área entera de distribución puede ser alterada.

Especie exótica. Especie introducida fuera de su área de distribución original. Muchas de las especies de plantas ornamentales y de animales domésticos son especies exóticas provenientes de otros continentes. Las especies exóticas no tienen relaciones evolutivas con las especies con las que se encuentran en su nuevo territorio.

Especie invasora. Especie que por nuevas condiciones creadas en su ambiente aumenta su población y distribución geográfica. Son especies con gran capacidad de dispersión y colonización. Pueden ser especies nativas o exóticas. En general, causan daños al ambiente, a la economía y a la salud humana.

Especie exótica invasora. Especie cuya introducción o diseminación fuera de su distribución natural amenazan la diversidad biológica, ya que pueden ocasionar fuertes problemas transmitiendo enfermedades desconocidas, compitiendo o depredando a las especies nativas.

Además, en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010 se han definido algunos conceptos importantes en el contexto de los propósitos de este manual, mismos que se presentan a continuación.

Probablemente extinta en el medio silvestre: Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.

En peligro de extinción: Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Especies Amenazadas: Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

Especies Sujetas a protección especial: Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Especie asociada: Aquella que comparte el hábitat natural y forma parte de la comunidad biológica de una especie en particular.

Especie clave: Aquella cuya presencia determina significativa y desproporcionadamente respecto a su abundancia, la diversidad biológica, la estructura o el funcionamiento de una comunidad.

Especie principalmente extralimital: Aquella especie cuya distribución natural actual se presenta en su mayor parte fuera de los límites nacionales, por lo que su presencia en el Territorio Nacional es marginal, esto es, menor al 5%.

Especies y poblaciones en riesgo: Aquellas identificadas por la Secretaría como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial.

Hábitat: El sitio específico en un medio ambiente físico, ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo determinado.

Manejo: Aplicación de métodos y técnicas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

Reintroducción: La liberación planificada al hábitat natural de ejemplares de la misma subespecie silvestre o, si no se hubiera determinado la existencia de subespecies, de la misma especie silvestre, que se realiza con el objeto de restituir una población desaparecida.

I.8.1 Objetivo

Realizar la reforestación en 1 ha, 1,000 individuos, si bien el proyecto no afectara vegetación forestal, se pretende dejar una franja de amortiguamiento en donde se realizará la reforestación con especies nativas con la finalidad de compensar, restaurar y proteger los factores bióticos (fauna y flora) y abióticos (suelo y agua) de la región.

I.8.1.1 Objetivos Particulares

- Realizar la reforestación con especies arbustivas y/o arbóreas nativas de la zona del proyecto
- Realizar diversas obras de conservación de suelo y agua en el sitio donde se lleve a cabo la realización del Programa de Reforestación, así como

I.8.2 Proceso de Planeación

El desarrollo de una reforestación depende de cinco factores fundamentales:

- La selección correcta de especies en el sitio a reforestar.
- El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
- Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar.
- Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.

Se deben considerar los siguientes puntos de la planeación para obtener un mayor éxito:

I.8.3 Elección Del Sitio

El sitio propuesto para realizar la reforestación es la franja de amortiguamiento que se dejara con la implementación del proyecto.

Esta zona de amortiguamiento estará compuesta por una brecha de camino perimetral de 4 m de ancho, y al menos 2 metros serán destinados cómo área para la conservación de vegetación natural, se aclara que la franja de amortiguamiento que se dejara no es de vegetación forestal, ni conforma vegetación forestal, es vegetación que se dejó como cercos vivos, con especies de árboles introducidos como casuarinas, la cual se destinará como franja de amortiguamiento.



Figura IV. 4 Imágenes de la vegetación de borde que se dejará como franja de amortiguamiento

A continuación, se presentan las coordenadas de la franja de amortiguamiento

Tabla IV. 6 Coordenadas UTM Polígono Reforestación

COORDENADAS UTM ZONA 13 POLÍGONO DE REFORESTACIÓN		
VÉRTICE	**X**	**Y**
0	252439.76	2720514.77
1	252440.38	2720532.84
2	252442.50	2720569.22
3	252443.49	2720601.00
4	252443.94	2720632.44
5	252446.17	2720692.91
6	252447.33	2720705.24
7	252447.77	2720735.81
8	252447.77	2720789.21
9	252459.05	2720789.66
10	252480.48	2720788.39
11	252555.11	2720785.89
12	252586.41	2720785.28
13	252674.61	2720780.44
14	252709.73	2720779.94
15	252777.02	2720778.48
16	252780.64	2720773.09
17	252797.07	2720754.98
18	252814.29	2720728.77
19	252826.52	2720713.07
20	252864.91	2720658.26
21	252872.33	2720646.80
22	252883.60	2720641.15
23	252916.47	2720639.84
24	252954.57	2720639.70
25	253016.22	2720641.63
26	253053.86	2720639.92
27	253064.38	2720633.64
28	253068.93	2720621.95
29	253074.22	2720612.07
30	253079.11	2720615.38
31	253087.25	2720602.34
32	253117.99	2720561.46
33	253137.33	2720532.75

34	253156.60	2720507.02
35	253191.84	2720462.09
36	253210.72	2720432.88
37	253233.38	2720400.70
38	253266.38	2720356.34
39	253286.77	2720326.73
40	253296.64	2720314.00
41	253297.36	2720307.92
42	253291.30	2720305.67
43	253246.55	2720296.07
44	253211.34	2720295.33
45	253122.44	2720274.91
46	253032.12	2720256.03
47	252996.58	2720248.77
48	252886.48	2720232.16
49	252825.44	2720218.31
50	252781.16	2720208.87
51	252725.72	2720197.67
52	252679.44	2720187.14
53	252645.62	2720181.74
54	252606.20	2720179.51
55	252553.20	2720183.30
56	252512.46	2720187.89
57	252471.37	2720190.62
58	252442.53	2720193.73
59	252443.29	2720200.29
60	252448.00	2720199.63
61	252457.62	2720199.62
62	252470.49	2720199.79
63	252476.32	2720202.93
64	252483.05	2720207.03
65	252529.53	2720203.09
66	252580.65	2720198.22
67	252625.06	2720194.05
68	252647.99	2720198.71
69	252674.20	2720203.97
70	252704.93	2720209.91
71	252766.81	2720222.33
72	252797.17	2720228.63
73	252823.91	2720233.81
74	252884.05	2720245.32

75	252912.40	2720250.82
76	252946.88	2720257.80
77	253008.94	2720270.25
78	253045.24	2720276.85
79	253087.66	2720285.96
80	253145.59	2720297.09
81	253184.81	2720304.28
82	253222.57	2720312.50
83	253256.10	2720318.84
84	253278.39	2720323.43
85	253263.81	2720343.65
86	253238.33	2720378.76
87	253209.44	2720417.91
88	253197.07	2720434.49
89	253180.56	2720457.34
90	253158.66	2720486.35
91	253133.88	2720520.38
92	253117.26	2720543.01
93	253100.85	2720565.37
94	253064.12	2720615.33
95	253057.13	2720625.18
96	253040.50	2720625.85
97	253020.74	2720626.29
98	252996.54	2720625.95
99	252967.60	2720626.54
100	252935.01	2720627.23
101	252892.95	2720627.55
102	252864.26	2720628.13
103	252853.88	2720639.40
104	252838.00	2720663.67
105	252784.25	2720742.59
106	252769.10	2720764.80
107	252669.50	2720767.36
108	252617.06	2720768.33
109	252533.36	2720770.22
110	252505.53	2720771.14
111	252488.70	2720751.59
112	252485.78	2720678.09
113	252484.29	2720645.28
114	252481.91	2720580.01
115	252479.99	2720556.02

116	252479.71	2720510.52
117	252462.18	2720510.55
118	252460.84	2720483.68
119	252460.57	2720447.08
120	252458.96	2720399.63
121	252458.06	2720347.34
122	252458.32	2720300.90
123	252457.61	2720267.22
124	252456.41	2720236.94
125	252456.28	2720209.71
126	252441.73	2720209.99
127	252440.73	2720234.14
128	252440.77	2720277.76
129	252440.46	2720304.35
130	252440.65	2720338.06
131	252438.67	2720381.95
132	252437.03	2720440.32
133	252439.05	2720474.90
134	252439.76	2720514.77

Figura IV. 5 Imagen del polígono de reforestación

I.8.4 Elección de las Especies a Reforestar

En sitios con niveles de degradación bajos o intermedios, donde los suelos permanecen intactos y hay un suficiente germoplasma disponible para la siguiente generación, la regeneración natural es la mejor selección, (Chazdon, 2008, citado por Thomas et al. 2014). Esta elección disminuye la posibilidad de que se presenten algunos riesgos inherentes a la introducción del germoplasma, manteniendo la integridad genética y el establecimiento de brinzales bien adaptados. En los sitios donde no existen diversas fuentes de semillas o éstas no son suficientes, donde las fuentes de semillas sufren de erosión genética o se prevé la reforestación, la introducción de materiales provenientes de fuentes fuera del sitio puede ser una ventaja o la única solución al menos en el corto plazo.

Generalmente, con el fin de reestablecer ecosistemas autosostenibles y los servicios derivados de éstos, se prefiere elegir especies nativas con respecto a las exóticas; aunque éstas últimas pueden ser útiles o necesarias (sobre todo en sitios muy degradados) como especies nodriza para mejorar el micrositio (Lamb, 2012; Montagnini y Finney, 2011; Newton, 2011; citados por Thomas et al., 2014). Gómez – Romero et al. (2012) recomendaron establecer especies como Pinus greggii en Michoacán (fuera de su área de distribución natural) para favorecer, en un momento posterior la plantación y el establecimiento de especies nativas.

De acuerdo con la CONABIO, las plantas valiosas para la restauración y la reforestación deben presentar las siguientes cualidades.

- Ser de fácil propagación.
- En función de las condiciones del ecosistema a restaurar deben resistir condiciones limitantes, como baja fertilidad, sequía, suelos compactados, pH alto o bajo, salinidad, etcétera.
- Tener crecimiento rápido y una relación alta de C/N.
- Tener alguna utilidad adicional a su efecto restaurador; por ejemplo, producir leña, carbón, forraje nutritivo, vainas comestibles, madera o néctar.
- Nula tendencia a adquirir una propagación invasora e incontrolable.
- Que tiendan a favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas, proporcionándoles un hábitat y alimento.

La CONABIO y la CONAFOR ya realizaron un esfuerzo por recopilar la información de árboles y arbustos útiles en la reforestación; en instituciones como el INIFAP y la Universidad Autónoma Chapingo también se ha recopilado información de cara a los requerimientos ecológicos de las especies forestales (nativas e introducidas); sin embargo, ésta se encuentra dispersa en diversas monografías.

Tabla IV. 7 Especies nativas de México utilizadas por la CONAFOR en la restauración de ecosistemas forestales por zona climática

ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO	ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO	ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO
Abies religiosa	Templado	*Acacia guatemalensis*	Tropical	*Acacia farnesiana*	Árido – Semiárido
Alnus acuminate	Templado	*Albizzia plurijuga*	Tropical	*Acacia pennatula*	Árido – Semiárido
Arbutus glandulosa	Templado	*Brosimum alicastrum*	Tropical	*Agave angustifo lia*	Árido – Semiárido
Arbutus xalapensis	Templado	*Bursera linaloe*	Tropical	*Agave Americana*	Árido – Semiárido

ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO	ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO	ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO
Cupressus forbesii	Templado	*Caesaelpinea platyloba*	Tropical	*Agave atrovirens*	Árido – Semiárido
Cupressus lindleyi	Templado	*Cedrela odorata*	Tropical	*Agave cupreata*	Árido - Semiárido
Dodonaea viscosa	Templado	*Ceiba pentandra*	Tropical	*Agave potatorum*	Árido - Semiárido
Eysenhardtia polystachya	Templado	*Cordia alliodora*	Tropical	*Agave salmiana*	Árido – Semiárido
Fraxinus uhdei	Templado	*Cordia dodecandra*	Tropical	*Capsicum annum*	Árido – Semiárido
Fraxinus velutina	Templado	*Cordia sebestena*	Tropical	*Ebanopsis ebano*	Árido – Semiárido
Juniperus deppeana	Templado	*Crescentia cujete*	Tropical	*Pinus cembroides*	Árido – Semiárido
Juniperus flaccida	Templado	*Cyrtocarpa procera*	Tropical	*Pinus maximartinezii*	Árido – Semiárido
Pinus arizonica	Templado	*Ehretia tinifolia*	Tropical	*Piscidia piscipula*	Árido – Semiárido
Pinus ayacahuite	Templado	*Enterolobium cyclocarpum*	Tropical	*Prosopis glandulosa*	Árido – Semiárido

ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO	ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO	ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO
Pinus chiapensis	Templado	*Gliricidia sepium*	Tropical	*Prosopis leavigata*	Árido – Semiárido
Pinus devoniana	Templado	*Guazuma ulmifolia*	Tropical	*Rhus ovata*	Árido – Semiárido
Pinus douglasiana	Templado	*Haematoxylum brasiletto*	Tropical	*Washingtonia robusta*	Árido – Semiárido
Pinus durangensis	Templado	*Leucaena esculenta*	Tropical	*Yuca filifera*	Árido – Semiárido
Pinus engelmannii	Templado	*Leucaena leucocephala*	Tropical	*Yucca schidigera*	Árido - Semiárido
Pinus greggii	Templado	*Lonchocarpus longistylus*	Tropical		
Pinus jeffreyi	Templado	*Lysiloma acapulcensis*	Tropical		
Pinus lawsoni	Templado	*Lysiloma divaricata*	Tropical		
Pinus leiophylla	Templado	*Pithecellobium dulce*	Tropical		
Pinus maximinoi	Templado	*Sabal yapa*	Tropical		
Pinus montezumae	Templado	*Schizolobium parahyba*	Tropical		

ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO	ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO	ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO
Pinus oaxacana	Templado	*Swietenia humilis*	Tropical		
Pinus oocarpa	Templado	*Swietenia macrophylla*	Tropical		
Pinus patula	Templado	*Tabebuia donnell-smithii*	Tropical		
Pinus pseudostrobus	Templado	*Tabebuia palmeri*	Tropical		
Pinus pseudostrobus var. oaxacana	Templado	*Tabebuia rosea*	Tropical		
Pinus quadrifolia	Templado	*Taxodium mucronatum*	Tropical		
Pinus rudis	Templado	*Tecoma stans*	Tropical		
Pinus teocote	Templado	*Thevetia peruviana*	Tropical		
Quercus arizonica	Templado				
Quercus eduardi	Templado				
Quercus laurina	Templado				
Quercus macrophylla	Templado				
Quercus potosina	Templado				

ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO	ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO	ESPECIE	GRUPO CLIMÁTICO
Quercus resinosa	Templado				
Quercus rugose	Templado				
Quercus virginiana	Templado				
Quercus xalapensis	Templado				

Disponer de esta información (y tomarla como base en las acciones de reforestación) cobra importancia para seleccionar especies nativas de México y corroborar que éstas correspondan al ecosistema que se pretende restaurar. También es necesario considerar que, si el rango de distribución de una especie es amplio, habrá una mayor variabilidad genética dentro de ella dado que se desarrollará en distintos tipos de condiciones ambientales bióticas y abióticas. En cambio, si su distribución es restringida su variabilidad genética también lo es (Rodríguez, 2008).

Tabla IV. 8 Especies de Flora Encontradas en los Sitios de Muestreo

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Acanthaceae	*Justicia spicigera*	muicle	*arbusto*	-
2	Poaceae	*Zea mays*	Maíz		
3	Anacardiaceae	*Spondias mombin*	jobo	árbol	-
4	Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	palmera	*árbol*	-
5	Arecaceae	*Sabal mexicana*	palmito	*arbusto*	-
6	Asteraceae	*Milleria quinqueflora*	escobilla	hierba	-
7	Boraginaceae	*Cordia alliodora*	-	árbol	-
8	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Tepeguaje	*Árbol*	-
9	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	cruceta	arbusto	-
10	Commelinaceae	*Comelina diffusa*	tripa de pollo	*hierba*	-

11	Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	Casuarina	*Árbol*	-
12	Fabaceae	*Cenostigma eriostachys*	iguanero	*árbol*	-
13	Rutaceae	*Citrus × aurantiifolia*	*Lima*	*Árbol*	-
14	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	guaje	*árbol*	-
15	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	huizache	árbol	-
16	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	higuerilla	*arbusto*	-

Cabe mencionar que dentro de los muestreos forestales no se encontraron especies de flora enlisadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Cabe señalar que el área del proyecto se encuentra desprovisto de vegetación, las especies de flora descritas se encuentran en la periferia del predio, lugar que se dejara como franja de amortiguamiento.

Es importante mencionar que para la reforestación se proponen 3 de las especies que están presentes y son especies nativas de la zona, para cumplir con la densidad que se maneja en el acomodo o sistema de Tres bolillos se reforestarán en la proporción que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV. 9 Propuesta de las especies a reforestar por hectárea

ESPECIE	PORCENTAJE	NO. DE PLANTAS
Vachellia pennatula (huizache)	50	500
Ricinus communis (higuerilla)	25	250
Cenostigma eriostachys (Iguanero)	25	250
TOTALES	**100**	**1,000**

I.8.1 Cronograma de Actividades

Es importante llevar un control temporal de las actividades que se van a realizar durante el programa de reforestación, pues permite darle seguimiento al plan de trabajo establecido. Por lo que, en el caso del presente estudio y proyecto, el calendario de actividades quedara organizado de la siguiente manera:

Tabla IV. 10 Actividades que se realizarán en el Programa de Reforestación

ACTIVIDADES	BIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Limpieza del Terreno												
Obtención de herramienta												
Preparación del sitio												
Obtención de la planta												
Trazo de curvas de nivel												
Diseño de marco real												
Apertura de cepas												
Plantación de especies												
Colocación de cerco de alambre												
Control y combate de plagas y enfermedades												
Fertilización												
Monitoreo												

Tabla IV. 11 Calendario de actividades por realizar al finalizar la reforestación

NO	ACTIVIDAD	MESES											
		13	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
1	Elaboración de brechas contrafuego												
2	*Rehabilitación de brechas contrafuego												
3	Fertilización **												

NO	ACTIVIDAD	MESES											
		13	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
4	Monitoreo ***												
5	Reposición de planta****												

A partir del segundo año, ** Se realizará a partir del primer año hasta el segundo,

****Se realizará cada tres meses a partir del primer año; ****Se realizará en el segundo año***

I.8.2 Diseño de la Plantación

La CONAFOR recomienda la distancia entre plantas considerando el espaciamiento que la especie demandará al ser adulta, por lo cual, en etapas juveniles la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta (CONAFOR, 2010).

En términos de restauración, la densidad de plantación debe establecerse considerando las condiciones del paisaje (nivel de fragmentación), la topografía del terreno y la cobertura vegetal existente.

Partiendo de los criterios establecidos para el manejo de cuencas (Cotler y Priego, 2004), la pendiente del terreno juega un papel muy importante al momento de definir las densidades de plantación. A mayor pendiente, los costos de preparación del terreno, traslado de la planta, la plantación y el mantenimiento de la reforestación se elevan, propiciando que los trabajos no se efectúen de forma adecuada. En predios con topografía accidentada (> 22 grados) es recomendable realizar las plantaciones siguiendo las curvas a nivel. En estos casos, la densidad de plantación quedará definida por la pendiente del terreno y por las condiciones de suelo; a mayor densidad existe una mayor competencia por agua y nutrimentos, por lo cual, en suelos pobres y con escasez de humedad es recomendable sembrar a bajas densidades. La CONAFOR recomienda diferentes densidades de plantación en función del ecosistema tomando como base la tabla siguiente:

Tabla IV. 12 Valores de la densidad promedio recomendada por la CONAFOR para cada tipo de ecosistema

TIPO	ECOSISTEMA (DENSIDAD POR HECTÁREA)			
	BOSQUE DE CONÍFERAS	SELVAS MEDIANAS Y ALTAS	SELVAS BAJAS	ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS
Con planta de vivero	Máximo 1,600 Mínimo 1,100	Máximo 900 Mínimo 625	Máximo 900 Mínimo 625	Máximo 2,000 Mínimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	Máximo 4,000 Mínimo 1,100

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10{,}000\ m^2}{3m\ x\ 3m \times 0.866}$$

$$\frac{Np}{ha} = 1{,}283\left[\frac{plantas}{hectárea}\right]$$

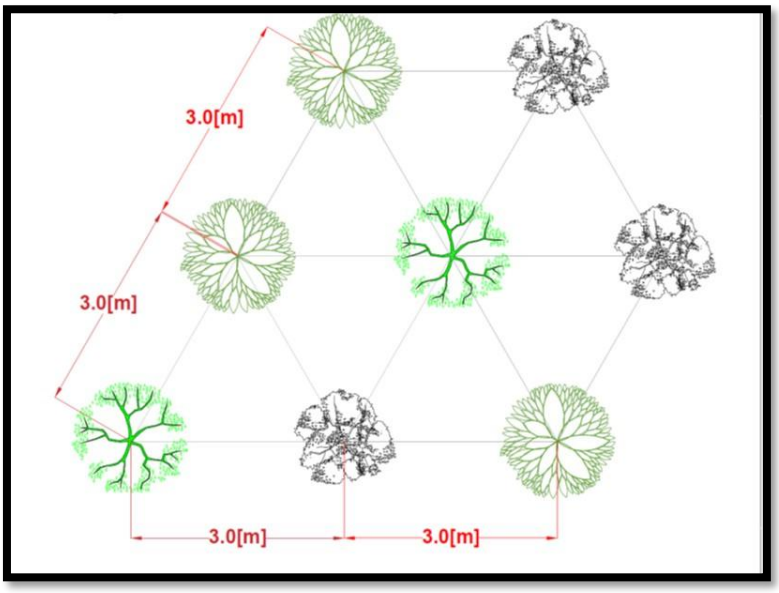


Figura IV. 6 Esquema de plantación de acuerdo con la técnica tres bolillo

Cabe señalar que la cantidad por especie de plántulas a utilizar en la reforestación se determinó de acuerdo con la proporción encontrada a lo largo de la trayectoria del proyecto.

I.8.3 Mantenimiento de la Reforestación

En esta etapa se realizan diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la reforestación, para asegurar su permanencia

Control de maleza

El control de la maleza es recomendable en plantaciones de coníferas y consiste en eliminar toda vegetación indeseable que limite su desarrollo. Este trabajo puede hacerse de manera manual o mecánica empleando diferentes tipos de equipo y herramientas. La maleza removida es susceptible de ser utilizada como arrope para guardar humedad.

Fertilización

Es recomendable usar fertilizaciones a base de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos naturales son más inocuos con el medio ambiente, aunque su disponibilidad es limitada para proyectos de grandes dimensiones.

Reposición de planta muerta

Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas muertas en cada ciclo de lluvias.

Podas

Consisten en la eliminación de las ramas inferiores. Esta práctica tiene el fin de incrementar la calidad de la madera y simplificar otras labores ya que facilita el acceso para tareas de supervisión y mantenimiento. Además, reducen el riesgo de incendios y permiten el aprovechamiento de leña.

Aclareos

El remover cierto número de árboles en determinada etapa de desarrollo sirve para regular la composición específica del monte.

EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

Dependiendo de cuál es la variable de interés, será la etapa adecuada para realizar la evaluación. Si lo que se busca es evaluar la sobrevivencia, se requiere efectuarla después del primer periodo de sequía. Además de la sobrevivencia, se pueden obtener diferentes variables al momento de la toma de datos en campo, como estado sanitario y vigor de la planta.

Estimación de la sobrevivencia

Esta tarea permite tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de árboles que están vivos en relación con los árboles efectivamente plantados. Para obtener la sobrevivencia de la plantación se extrapolan los datos de la superficie de muestreo a la totalidad de la plantación.

$$\rho = \frac{\sum_i^{\alpha} ai}{\sum_i^{\alpha} mi} \times 100$$

Donde:

- $\sum_i^{\alpha} =$ sumatoria de los datos de acuerdo con la variable a o m
- ρ = proporción estimada de árboles vivos
- ai = número de plantas vivas en el sitio de muestreo i
- mi = número de plantas vivas y muestras en el sitio de muestreo i

Evaluación del estado sanitario

Permite conocer la proporción de árboles sanos respecto a los árboles vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

$$\rho s = \frac{\sum_i^{n} Si}{\sum_i^{n} ai} \times 100$$

Donde:

- $\sum_i^{n} =$ sumatoria de los datos de acuerdo con la variable S o a
- ρs = proporción estimada de árboles sanos
- Si = número de árboles sanos en el sitio de muestreo i
- ai = número de árboles vivos en el sitio de muestreo i

Estimación del vigor de la plantación

Describe la proporción de órganos vigorosos del total de los árboles vivos. El vigor se clasifica de la siguiente forma: bueno, cuando la planta presenta un follaje denso, color verde intenso y tiene amplia cobertura de copa; regular, cuando el árbol muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y follaje medio; malo, cuando el follaje es amarillento, ralo y de hojas débiles.

$$\rho v = \frac{\sum_i^n vi}{\sum_i^n ai} \times 100$$

Donde:

- $\sum_i^n =$ sumatoria de los datos de acuerdo con la variable v o a
- ρv = proporción estimada de árboles vigorosos
- vi = número de árboles vigorosos en el sitio de muestreo i
- ai = número de árboles vivos en el sitio de muestreo i

I.9 Programa De Rescate y Reubicación De Fauna

La fauna silvestre es un elemento de la biodiversidad que representa tanto valores éticos, culturales, económicos, ecológicos, recreacionales, como educativos y científicos, que van de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra. México es considerado como uno de los cinco países megadiversos en el mundo, ocupando el primer lugar en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios.

En este sentido, este programa se presenta como complemento de la Manifestación de Impacto Ambiental y como medida de prevención del proyecto.

I.9.1 Objetivo General

- Realizar acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies faunísticas presentes en el área del proyecto

I.9.2 Objetivos Específicos

- Implementar técnicas de ahuyentamiento con la finalidad de amedrentar a los individuos faunísticos que se encuentren dentro del área ceros del proyecto (dirigido hacia aquellos grupos faunísticos de fácil desplazamiento).
- Ejecutar acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre en las inmediaciones del área del proyecto (enfocado hacia aquellos grupos faunísticos que carecen de fácil desplazamiento).

- Reubicar la fauna en la franja de amortiguamiento en caso de encontrarla y en su caso ahuyentarla a este sitio destinado para este fin.

I.9.3 Alcance

Este programa pretende el ahuyentamiento de la fauna silvestre que habita en el área de del proyecto, con la finalidad de evitar la pérdida de individuos durante la ejecución de las actividades del proyecto; así mismo, éste contempla la implementación de acciones de rescate y reubicación de especies, especialmente de aquellos grupos faunísticos que carecen de fácil desplazamiento, así como para aquellos individuos que retornen al área del proyecto.

I.9.4 Técnicas de Ahuyentamiento de Fauna Silvestre

El ahuyentamiento y/o la reubicación de fauna silvestre son las medidas más eficaces y económicas para evitar posibles afectaciones a la población faunística ante el desarrollo de proyectos. De acuerdo con Müller y Mognetti, el empleo de técnicas adecuadas para el ahuyentamiento de fauna, debido a la ejecución de nuevos proyectos, reduce de manera significativa la muerte de organismos; éste es un es un método de control y prevención que busca alejar a la fauna de una zona en determinado momento.

El ahuyentamiento de fauna será una medida preventiva y se desarrollará en toda el área de ceros del proyecto; estas acciones se ejecutarán previo a la etapa de preparación del sitio, con un mes de anticipación, y se desarrollarán hasta el término del proceso constructivo. Con estas acciones se busca que los individuos fáusticos emigren a un sitio alejado del área del proyecto, mitigando el impacto generado por la pérdida del hábitat.

Un método de ahuyentamiento efectivo debe despertar el temor instintivo al daño o a la muerte de los individuos faunísticos, haciendo creer a las especies que se enfrentan a un peligro real. Una manera de engañar a los sentidos de la fauna y provocar su huida es mediante la reproducción de sonidos y/o vocalizaciones que les anuncien un peligro inminente; los sonidos más utilizados son:

- Sonidos de depredadores.
- Llamados de alerta.
- Llamados de estrés.

Estos sonidos se reproducen por medio de parlantes para simular alguna de las situaciones planteadas; la efectividad de este método depende directamente de la fidelidad de la reproducción de las vocalizaciones. Para el ahuyentamiento de la fauna presente en el sitio del proyecto se instalarán múltiples dispositivos autónomos, programados con una secuencia de sonidos y/o vocalizaciones como llamados de alerta, sonidos antropogénicos, de armas de fuego y de depredadores naturales.



Figura IV. 7 ejemplo de dispositivos autónomos de ahuyentamiento sonoro

Para el desarrollo del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, así como para la ejecución de las actividades de ahuyentamiento, se considera la conformación de dos brigadas, compuestas por un herpetólogo, un ornitólogo, un biólogo y 3 ayudantes. Cada integrante estará equipado con un GPS, cámara digital, libreta de campo y binoculares ornitológicos; aunado a ello, cada la brigada deberá llevar una guía para la identificación de anfibios, aves, mamíferos y reptiles, así como un gancho herpetológico, una trampa Shermam y una Tomahawk, sacos de manta y un botiquín de primeros auxilios el cual deberá contener suero antialacrán y antiviperino.

Aquellos individuos que no se vean amedrentados por las actividades de ahuyentamiento seguirán desarrollando sus actividades cotidianas dentro del área del proyecto, por lo que las acciones de ahuyentamiento deberán ejecutarse de manera cotidiana con la finalidad de que los individuos faunísticos emigren a un sitio cercano a la zona, fuera del área del proyecto. Para la ejecución de estas actividades, la brigada recorrerá el área de ceros del proyecto mediante transectos, efectuando ruido y agitando vigorosamente la vegetación circundante; esta actividad se realizará dos veces al día y se continuará en el sitio donde se haya terminado previamente.

Las actividades para el ahuyentamiento de anfibios, aves y mamíferos deberán ejecutarse durante las primeras horas del día, de las 5:00 a 8:00 horas y al atardecer de las 18:00 a 19:00 horas, ya que estos son los horarios de mayor actividad de estos grupos faunísticos. Por su parte, las actividades de ahuyentamiento para reptiles deberán realizarse de las 9:00 a 18:00 horas.

Como se mencionó con anterioridad, las actividades de ahuyentamiento de fauna silvestre se realizarán de manera cotidiana, con un periodo de anticipación de un mes previo al inicio de obra. Para ello se colocarán múltiples dispositivos de audio autónomo y se ejecutarán recorridos en el área de ceros del proyecto, efectuando ruido y agitando la vegetación con bastones de madera. En caso se encontrar algún individuo dentro del área del proyecto, se perseguirá generando la mayor cantidad de ruido, procurando ahuyentarlo del área de ceros del proyecto. Aun y cuando la brigada realice las actividades de ahuyentamiento de fauna, previo al inicio de obra; durante las distintas etapas del proyecto

se considerarán algunas mediadas de ahuyentamiento, como encender la maquinaria 10 minutos previos a su manipulación.

I.9.5 Técnicas de Captura, Manejo y/o Traslado De Fauna Silvestre

Previo a las actividades de trampeo y/o captura de individuos faunísticos, se deberán realizar múltiples recorridos en el área del proyecto, localizando los sitios con mayor presencia de fauna. Es preciso mencionar que las actividades de ahuyentamiento y rescate de individuos faunísticos podrán ejecutarse de manera conjunta; de esta manera, durante la ejecución de los recorridos de ahuyentamiento, la brigada realizará la recolección de aquellos individuos de lento desplazamiento (anfibios y/o reptiles), para posteriormente reubicarlos en un sitio cercano a la zona del proyecto.

La finalidad de identificar ambientes y/o sitios con mayor presencia de organismos, o lugares donde los organismos presentan mayor actividad, es maximizar la eficiencia de captura, disminuir el tiempo de traslado y minimizar el estrés generado al organismo.

I.9.6 Técnicas de Trampeo y/o Captura de Fauna Silvestre

Una de las condicionantes ambientales para la selección de los sitios donde se colocarán las trampas y/o se realizarán las actividades de captura, es la densidad de la vegetación, ya que los sitios con mayor densidad vegetacional presentan una mayor actividad faunística. De esta manera, para la colocación de las trampas y/o la realización de las actividades de captura, se elegirán aquellos sitios más conservados y/o aquellas áreas con indicios de actividad faunística como rastros, huellas, madrigueras, rascaderas, etc.

La eficiencia del uso de trampas depende de las especies que se pretendan capturar, así como del estado del tiempo, el cebo empleado, y el comportamiento y/o aprendizaje de los individuos hacia las trampas.

I.9.7 Red con Cabo de Madera.

El empleo de una red con cabo de madera o metal resulta útil para la captura de anfibios. Las colectas nocturnas son muy fructíferas en época de reproducción y/o durante la temporada de lluvias, ya que los machos emiten múltiples cantos que permite detectarlos durante esta temporada; los transectos de franja son el diseño más empleado para la búsqueda y captura de este grupo faunístico.



Figura IV. 8 Ejemplo de red con cabo con madera para la captura de anfibios

I.9.8 Ganchos o Bastones Herpetológicos

Los ganchos o bastones herpetológicos son empleados durante la búsqueda y captura de reptiles, evitando posibles mordeduras de los individuos. El procedimiento para la captura de este grupo faunístico consiste en inmovilizar la cabeza del individuo contra el suelo y posteriormente tomar la cabeza del organismo con el dedo pulgar y medio, al mismo tiempo que se coloca el dedo índice sobre la parte superior de la misma; con la otra mano debe sujetarse el cuerpo, para luego depositarlo en una bolsa de tela.



Figura IV. 9 Ejemplo de bastón herpetológico para la captura de reptiles.

I.9.9 Captura Manual

Muchas especies de reptiles pueden atraparse manualmente, sin embargo, es recomendable el empleo de guantes durante la ejecución de las actividades de búsqueda o cuando se lleve a cabo la revisión de las trampas, especialmente cuando existe la probabilidad de encontrar serpientes venenosas.

I.9.10 Trampas Sherman y/o Tomahawk.

Este tipo de trampas se emplean para la captura de individuos sin que éstos sean dañados físicamente; poseen la forma de un prisma rectangular con entradas en ambos extremos, dentro de la trampa se encuentra un dispositivo que al ser accionado (mediante el peso del individuo) activa el cierre de las entradas. Las dimensiones de las trampas están en función las especies que se deseen capturar y pueden o no ser plegables; este tipo de trampas frecuentemente son empleadas para la ejecución de los métodos de captura-reubicación.



Figura IV. 10 Ejemplo de trampas tipo Sherman y Tomahawk empleadas en los métodos de captura-reubicación.

I.9.10.1 Anfibios y/o Reptiles

Previo a la etapa de preparación del sitio las brigadas de fauna realizarán múltiples recorridos en el área del proyecto, así como el área contigua de la misma, removiendo la hojarasca y/o el material orgánico presente en el suelo con la finalidad de localizar individuos faunísticos perteneciente a los grupos faunísticos de anfibios y/o reptiles. Así mismo, las brigadas inspeccionarán las cavidades presentes entre las rocas y/o en el suelo mediante la ayuda de ganchos herpetológicos.

En caso de encontrar algún individuo arácnido, este se introducirá en una caja de plástico a la cual se le incorporará sustrato con hojarasca y posteriormente se liberará el individuo fuera del área del proyecto, en un sitio con características similares de donde fue rescatado. En caso de localizar algún anfibio y/o reptil, se capturará cuidadosamente y

se introducirá en una bolsa de lona marcada con la leyenda “posible animal ponzoñoso” y posteriormente se liberará fuera del área del proyecto, en un sitio con características similares de donde fue rescatado.

La captura de los individuos se llevará a cabo con una anticipación de 5 días previos a la etapa de preparación del sitio, y ésta se ejecutará en dos periodos, el primero entre las 9:00-12:00 horas y el segundo entre 15:00-18:00 horas, ya que son los horarios de mayor actividad de estos grupos faunísticos. Las dos brigadas se dispondrán sobre el trazo del proyecto, así como en el área contigua del mismo, los integrantes de la brigada se distribuirán de tal manera que cada uno recorra una distancia de 500 m de largo y 20 m de ancho, cubriendo una superficie de 10,000 m2; este proceso se realizará en aproximadamente 90 minutos.

En caso de localizar algún individuo, éste se fotografiará y se tomará nota de la referencia geográfica, así como de la fecha y la hora. Si se localiza una serpiente, ésta se capturará cuidadosamente y se colocará dentro de un saco de manta con la leyenda “peligro animal venenoso”; este saco deberá ser trasladado entre dos individuos de la brigada con el objetivo de evitar cualquier accidente por mordedura. Durante la captura de las lagartijas se procurará no quitarles la cola; la identificación de las especies se llevará a cabo en campo, siempre y cuando ésta se conozca, de lo contrario se realizará posteriormente mediante la evidencia fotográfica.

La reubicación de los organismos se llevará a cabo en zonas alejadas al sitio de la obra, aproximadamente a 5 km de distancia; las lagartijas se reubicarán en sitios pedregosos para su refugio, mientras que las serpientes serán reubicadas en zonas donde la presencia humana sea mínima. Por su parte los anfibios se reubicarán en un sitio cercano a un cuerpo de agua con la finalidad de que éstos se refugien dentro de este y posteriormente busquen por sí solos un sitio adecuado para el desarrollo de sus actividades.

I.9.10.2 Aves.

Con base en las características particulares de este grupo faunístico, únicamente se considera la aplicación de medidas de ahuyentamiento; sin embargo, en caso avistar algún individuo lesionado se procederá a capturarlo y trasladarlo inmediatamente al refugio temporal para su cuidado, recuperación y liberación en algún sitio cercano a la zona del proyecto. Si se identifica que el individuo presenta alguna enfermedad, éste se capturará y se procederá a dar aviso a las autoridades correspondientes con la finalidad de que éstas le brinden los cuidados necesarios y que posteriormente se encarguen de su liberación.

I.9.10.3 Mamíferos

Como se mencionó con anterioridad, las actividades de ahuyentamiento se llevarán a cabo de manera conjunta las actividades de rescate y reubicación de fauna. Para la captura y posterior reubicación de los mamíferos se emplearán trampas tipo Sherman y Tomahawk, ya que éstas permiten capturar a los individuos sin lastimarlos. Para el traslado de las especies de talla pequeña se contará con sacos de tela, mientras que para el caso

de las especies medianas, los individuos se transportarán en la misma trampa que fueron capturados; el horario de liberación de los individuos capturados será a las 8:00 am.

Las trampas Sherman están diseñadas para la captura de mamíferos de talla pequeña (ratones y ardillas), éstas evitan dañar a los especímenes capturados debido a los mecanismos de acción con los que cuentan. En este sentido, para la captura de estos mamíferos se emplearán 10 trampas, las cuales se cebarán con granos y semillas; las trampas se colocarán antes del crepúsculo y se recogerán antes del amanecer del día siguiente, colocando una trampa cada 50 metros sobre el trazo del proyecto.

Las trampas Tomahawk están diseñadas para la captura de animales de talla mediana (liebres, zorros, coyotes), su mecanismo de dos entradas impide que el animal sufra algún daño al momento de su captura. Estas trampas se cebarán con sardina o atún y, al igual que las trampas Sherman, se colocarán antes del crepúsculo y se recogerán antes del amanecer; para tal acción se emplearán 10 trampas Tomahawk, colocando una trampa cada 40 metros sobre el trazo del proyecto, intercaladas con las trampas Sherman.

Los individuos capturados serán transportados mediante el empleo de sacos de tela o manta, o bien en la misma trampa, evitando que éstos se asfixien. Previo al traslado, los individuos serán fotografiados e identificados, y la brigada de fauna deberá tomar nota de la referencia geográfica; posteriormente los organismos serán trasladados al sitio de reubicación, el cual se ubicará a menos de 5 km del área del proyecto.

En caso encontrar y/o avistar algún individuo lesionado se procederá a capturarlo y trasladarlo inmediatamente al refugio temporal para su cuidado, recuperación y liberación en algún sitio cercano a la zona del proyecto. Si se identifica que el individuo presenta alguna enfermedad, éste se retendrá y/o capturará y se procederá a dar aviso a las autoridades correspondientes con la finalidad de que éstas le brinden los cuidados necesarios y que posteriormente se encarguen de su liberación.

Es preciso enfatizar que la liberación de los organismos capturados estará en función de sus características biológicas, es decir:

- Por sus hábitos alimenticios (carnívoros, omnívoros y herbívoros).
- Por el nivel de reproducción y/o procreación.

En este sentido, la liberación de los individuos carnívoros se realizará cada 500 m, liberando un solo individuo por sitio, esto con la finalidad de reducir la competencia interespecífica y el estrés que ejercería sobre el resto de las comunidades presentes en la zona. Así mismo, quedará estrictamente prohibido llevar a cabo la liberación de múltiples individuos que cuenten con distintos hábitos alimenticios.

I.9.11 Medidas para Garantizar la Sobrevivencia de la Fauna Silvestre Capturada

El personal encargado de la ejecución del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre deberá poseer los conocimientos y/o preparación necesaria para el desarrollo de dicho programa, con la finalidad de brindar los cuidados necesarios a los individuos faunísticos capturados.

Los sitios donde se pretende llevar a cabo la liberación y/o reubicación de los ejemplares capturados será la franja de amortiguamiento del proyecto, como se mencionó el predio se encuentra desprovisto de vegetación, por lo que en caso de encontrar fauna, serán lagartijas o especies similares que fueron las que se encontraron en los muestreos de fauna realizados, por lo tanto la franja de amortiguamiento será suficiente para contener a estas especies de fauna, esto con el fin de asegurar que el sitio tenga las mismas características de donde se reubico la especie y así no sea complicado la adaptación de la misma.

I.9.12 Medidas Emergentes

La reubicación de fauna silvestre requiere ineludiblemente de conocimientos de biología y medicina veterinaria; en general, no existe un único método para rehabilitar una especie, pero aun y cuando una metodología funciona bien, es difícil demostrarlo o aplicarlo como regla "universal".

A continuación, se enlistan los beneficios que genera ahuyentar y/o reubicar la fauna silvestre, con la finalidad de prevenir la pérdida de individuos debido a la ejecución de proyectos:

Fortalecer la situación de algunas especies que puedan estar en retroceso numérico o amenazadas, repoblando zonas donde han desaparecido o disminuido y favoreciendo el intercambio genético.

Ampliar los conocimientos sobre sanidad y recuperación de fauna silvestre, permitiendo que los individuos sean enviados a centros de crianza y/o zoológicos, lo que conlleva el mejoramiento de la calidad de vida de los ejemplares.



Figura IV. 11 Ejemplo de traslado y liberación de fauna silvestre.

No todos los organismos pueden ser reubicados, ya que la liberación de ejemplares "imposibilitados" es sumamente peligrosa para el medio, así como para el mismo individuo. Un animal puede estar imposibilitado para ser liberado por exhibir enfermedades crónicas, discapacidades físicas, por pertenecer a una especie que no se distribuya en la región o bien por desconocer con certeza su identidad taxonómica.

Bajo este contexto, todos los individuos faunísticos capturados dentro del área del proyecto deberán ser identificados e inspeccionados previo a su liberación; en caso de que algún individuo pertenezca a una especie que no se distribuya en la región o que presente y/o exhiba síntomas de alguna enfermedad, se procederá a dar aviso a las autoridades correspondientes para ésta se encargue de su cuidado y/o reubicación, con la finalidad de no originar un daño al individuo y/o a las poblaciones existentes en los sitios de liberación.

A continuación, se enlista una serie de lineamientos a considerar durante la captura y liberación de los individuos faunísticos:

- No liberar ningún organismo sin previo chequeo sanitario.
- No liberar individuos sin la certeza de su identidad taxonómica.
- No liberar y/o trasladar organismos sin la documentación o autorización de la autoridad competente.
- No liberar individuos enfermos.
- No liberar organismos en sitios distintos a su distribución natural.
- Los individuos liberados deberán ser previamente marcados, para su posterior identificación.
- No llevar a cabo liberaciones masivas.

En caso de capturar y/o colectar algún individuo que presente alguna lesión o daño físico, será trasladado al refugio temporal, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

Para identificar si un individuo capturado se encuentra enfermo, es necesario observar algunas características del organismo como el estado de su pelaje, la tonalidad de sus ojos y si está decaído o flaco.

Tomar nota de la referencia geográfica del sitio exacto donde se encontró al organismo y la causa o razón aparente de trastorno.

Para el traslado de los organismos que presenten algún daño físico, se deberán emplear cajas de madera con orificios que permitan la ventilación del interior. En caso de emplear una jaula, ésta deberá ser cubierta con una tela ajustada y agujereada, que lo aísle visualmente del exterior, evitando que el organismo se lastime y disminuya su estrés.

El individuo deberá transportarse lo más rápido posible.

En el refugio temporal, el individuo se colocará en un lugar tranquilo, oscuro y preferentemente cálido.

Se debe evitar todo contacto con animales domésticos.

Es importante recalcar que únicamente permanecieran en el refugio temporal aquellos organismos que presenten algún daño físico; en caso de encontrar individuos que presenten alguna enfermedad se dará aviso a las autoridades correspondientes para que ésta se encargue de su cuidado y posterior reubicación.

Los organismos capturados deberán transportarse por separado (incluyendo los individuos de especies gregarias), debido a que la tensión del viaje podría provocar peleas entre ellos; las cajas empleadas para el traslado de los individuos deberán poseer orificios que permitan la ventilación hacia el interior, provistas de seguros y manijas para su traslado. Así mismo, las dimensiones de éstas deberán permitir el ingreso y cómoda permanencia de los ejemplares; cuando se transporten múltiples cajas, se deberá acolchar las superficies para evitar que se golpeen entre sí.

El único personal autorizado para la ejecución de las actividades de ahuyentamiento, captura, traslado y liberación de fauna silvestre, será el personal encargado de la realización del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. Así mismo, se prohibirá toda actividad que genere efectos negativos sobre la fauna silvestre.

I.9.13 Personal, Materiales Y Equipos

El personal responsable de la ejecución del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, así como de la ejecución de las actividades de ahuyentamiento y atención del albergue temporal, deberá contar con una especialización

en el área, como biólogos, herpetólogos y ornitólogos, además de un médico veterinario zootecnista. Durante el desarrollo del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre se emplearán múltiples materiales, tales como:

- ✓ Guantes de carnaza
- ✓ Ganchos Herpetológicos
- ✓ Trampas Tomahawk
- ✓ Trampas Sherman
- ✓ Cordones
- ✓ Cámaras fotográficas
- ✓ GPS
- ✓ Reproductores de sonido o megáfonos
- ✓ Botiquín médico
- ✓ Redes con cabo de madera
- ✓ Cajas de plástico
- ✓ Bolsas de lona
- ✓ Bolsas de manta
- ✓ Guías de identificación de fauna
- ✓ Cajas de madera
- ✓ Tela
- ✓ Material de curación para la fauna lesionada

Para la ejecución de este programa, se emplearán dos camionetas tipo Pick Up para el traslado de los materiales al sitio del proyecto, así como para el traslado de los organismos a los sitios de reubicación y/o el albergue temporal.

I.9.14 Programa De Actividades

A continuación, se presenta el cronograma de actividades del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, el cual estará vigente durante los 18 meses que durará la ejecución del proyecto.

Tabla IV. 13 Cronograma de actividades del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre

Actividades	Meses																																		
	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
Recorridos de reconocimiento																																				
Actividades de ahuyentamiento																																				
Captura de individuos																																				
Liberación de individuos																																				
Rehabilitación de individuos lesionados																																				
Liberación de individuos lesionados																																				
Seguimiento																																				

I.9.15 Responsable De Las Acciones

El responsable de la ejecución del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, así como de las acciones de ahuyentamiento, quedará a consideración de la promovente, pero tendrá que ser un profesional con amplia experiencia en el tema, la cual quedará acreditada y designada en el oficio de notificación de inicio de las actividades.

I.10 Bibliografía.

- Almaktara, M, H.A. Rahmana, M.Y. Hassana, y S. Rahmanb. 2013. Climate based empirical model for PV Module Temperature estimation in tropical Environment. Applied Solar Energy, 2013. Vol. 49. Nº 4, pp. 192-201.
- Aranda, M. 2000. Huellas y Otros Rastros de Los Mamíferos Grandes y Medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México.
- Arizmendi, Ma. del Coro (Ed.) y Laura Márquez-Valdemar (Ed.). 2000. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga Cabrera, L.; V. Aguilar Sierra; J. Alcocer Durán; R. Jiménez Rosenberg; E. Muñoz López y E. Vázquez Domínguez (coords). 1998. Regiones Hidrológicas Prioritarias; Fichas Técnicas y Mapa (escala 1:4,000,000). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO Y FCE. México. 986 pp.
- Cepeda, J, Carmona A., 2017. Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones. Universidad Santo Tomás Bogotá.
- CONAPO. 2010. Índices de intensidad migratoria México-Estados Unidos.
- Coria, Ignacio Daniel. 2008. El estudio del impacto ambiental: Características y metodologías. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. ISSN (Versión impresa) 0329-3475. Pp 125- 135.
- Cuce, E., T. Bali, S. A. Sekucoglu, 2011, Effects of passive cooling on performance of silicon photovoltaic cells. International Journal of Low-Carbon Technologies 2011, 0, 1–10.
- FHWA. 2006. Construction Noise Handbook. Reporte Final. Department of Transportation, Federal Highways Administration. EUA.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.
- Howell, Steve N.G. y Sophie Webb. 1995. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Primera edición. Nueva York, EUA.
- IDEAM, 2017. La radiación solar y su paso por la atmósfera.
- INEGI, 2018. Síntesis metodológica del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México. SCIAN 2018. INEGI, 1139.

- INEGI, 2018. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.
- INEGI. 1981. Atlas del Medio Físico. Carta Fisiográfica, escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI. 1981. Atlas del Medio Físico. Carta de Climas, escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI. 1981. Atlas del Medio Físico. Carta de Temperatura Media Mensual, escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI. 1981. Atlas del Medio Físico. Carta de Precipitación Total Anual, escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- Jordan, P.G. 2014. Solar Energy Markets: An Analysis of the Global Solar Industry. Ed. Elsevier
- Kim, J.P., H. Lim, J. H. Song, Y. J. Chang, C. H. Jeon, 2010. Numerical analysis on the thermal characteristics of photovoltaic module with ambient temperature variation, Solar Energy Materials & Solar Cells 95 (2011) 404–407.
- McEvoy, T. Markvart, L. Castañer. 2013. Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation. Editorial Elsevier.
- Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. 1999. Diversidad biológica de México, Orígenes y Distribución. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 791 p.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México.
- SE, 2015. Energías renovables. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/76391/DS_Energias_Renovables_ES.pdf
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Teo, H.G., P.S. Lee, M.N.A. Hawlader, 2011. An active cooling system for photovoltaic modules. Applied Energy 90 (2012) 309–315.
- UICN (World Conservation Union). 2005. IUCN Red list. Version 3.1, IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.

- Ahumada J, Hurtado J, Lizcano D. 2013. Monitoring the Status and Trends of Tropical Forest Terrestrial Vertebrate Communities from Camera Trap Data: A Tool for Conservation. PloS ONE. 8(9): e73707. doi:10.1371/journal.pone.0073707.
- Ahumada-Carrillo, et. al. 2014. Notable Records of Amphibians and Reptiles from Colima, Nayarit, Jalisco, and Zacatecas, México. Herpetological Review. 45(2): 287-291.
- Álvarez, T., S.T. Álvarez-Castañeda y M. González-Escamilla. 1997. Localidades típicas de mamíferos terrestres de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México.
- Álvarez – Castañeda S. Ticuil Álvarez y Noé González-Ruiz.2015. Guía para identificar los Mamíferos de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. 522p.
- Aranda-Sánchez, 2012. Manual para el rastreo de los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. 255 p.

- Bautista Zúñiga F. J. Palacio Prieto., H. Delfín González.2011. Técnicas de Muestreo para manejadores de Recursos Naturales. Universidad Autónoma de México. 390 p.
- Benítez, H., Arizmendi, C., & Marquez, L. (2 de Julio de 2002). Base de Datos de las AICAS. (C. F. CIPAMEX, Productor) Obtenido de (http://www.conabio.gob.mx)
- Biotecnia (2012). Contaminación del agua y suelo en el ecosistema Río Agua Prieta, Sonora México. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. Volumen XV, Número 1. 11 págs.
- Bird Life International. 2014. IUCN Red List for birds. Downloaded from http://www.birdlife.org
- Blake, E.R. y H.C. Hanson. 1942. Notes on a collection of birds from Michoacán, Mexico. Zool. Ser. Field Mus. Nat. Hist. Zool. 22(9): 513-551.
- Bookhout T.A. (ed). 1994. Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland.
- Briones – Salas, M. y V. Sánchez-Cordero .2004. Mamíferos. México DF. 423-448pp.
- Búrquez Montijo, J. A. 2009. Distribución, estructura poblacional y utilización del saguaro (Carnegia gigantea (Engelm.) Britt & Rose) en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. ES008. México D.F.
- Canctú, C., P. Koleff y A. Lira-Noriega. s/a. Las ecorregiones de la frontera Norte de México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Disponible en: <www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/518/cap10.pdf>
- Carranza P. Miguel A. Leguminosas de Coahuila, México. Claves y Descripciones de especies. UAAAN, 1997
- Casas – Andréu, G. y J. McCoy.1979. Claves para Anfibios y reptiles de México. Ed. Limusa. México. 87 pp.
- Castellanos – Villegas, A.E., L.C. Bravo, G.W. Koch, J. Llano, D. López, R. Méndez, J.C. Rodríguez, R. Romo, T.D. Sisk y G. Yanes-Arvayo. 2010. Impactos ecológicos por el uso del terreno en el funcionamiento de ecosistemas áridos y semiáridos. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender, eds. Diversidad biológica de Sonora. UNAM, México, pp. 157-186.
- Ceballos, G. 2004. Áreas prioritarias para la conservación de reptiles y anfibios de México. Biodiversitas 57: 1-6.
- Ceballos, G. y G. Oliva, coordinadores. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México. 986 pp.
- Ceballos, G., & Arroyo – Cabrales, J. (2012). Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época, 27-80.
- CITES 2015. How CITES works. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Recurso electrónico. Fecha de consulta 03/12/2015. < http://www.cites.org/eng/disc/how.php>
- Colwell, R. K. 1997. Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User´s Guide), Versión 5.01. Disponible en http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates.
- Colwell, R.K. 2013. Estimates 9.1.0 User's Guide. Sitio: http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates.

- Colwell, R.K. y J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society, Serie B, 345: 101-118.
- Comisión Nacional de las Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (1995). Reserva de la Biósfera de El Pinacate y Gran Desierto de Altar. Sonora.
- Comisión Nacional de las Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2013). Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna. México.
- Comisión Nacional de las Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2013).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (comp.). 2009. Catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México.

Especies de Fauna Representativas de Culiacán

Nombre Común	Nombre Científico	Grupo / Hábitat Principal
Iguana verde	*Iguana iguana*	Reptil / Árboles grandes y riberas de los ríos
Garrobo (Iguana negra)	*Ctenosaura pectinata*	Reptil / Bosque seco, pedregales y zonas ruinosas
Cocodrilo de río	*Crocodylus acutus*	Reptil / Ríos, diques y esteros del municipio
Boa constrictora (Limacoa)	*Boa constrictor*	Reptil / Selva baja caducifolia y zonas agrícolas
Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*	Mamífero / Bosque tropical caducifolio y matorrales
Jabalí de collar	*Pecari tajacu*	Mamífero / Bosque espinoso y zonas de matorral
Coyote	*Canis latrans*	Mamífero / Zonas áridas, valles agrícolas y periferia
Mapache	*Procyon lotor*	Mamífero / Zonas ribereñas y cuerpos de agua
Tlacuache norteño	*Didelphis virginiana*	Mamífero / Muy adaptable, desde bosques hasta la

		ciudad
Zanate mexicano (Chanate)	*Quiscalus mexicanus*	Ave / Altamente adaptable, dominante en el entorno urbano
Pato pichijía	*Dendrocygna autumnalis*	Ave / Humedales, canales de riego y ríos
Paloma ala blanca	*Zenaida asiatica*	Ave / Bosques secos, matorrales y parques urbanos
Águila pescadora	*Pandion haliaetus*	Ave / Frecuente sobrevolando los ríos de la ciudad

Fuentes Bibliográficas

1. **CONABIO y Gobierno del Estado de Sinaloa.** *La Biodiversidad en Sinaloa: Estudio de Estado.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (Al igual que con la flora, este es el documento más completo para consultar inventarios faunísticos del estado, incluyendo aves, mamíferos, reptiles y anfibios).
2. **Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS).** *Facultad de Biología.* Diversos artículos científicos e inventarios faunísticos elaborados por investigadores de la UAS documentan las poblaciones de fauna silvestre en el Valle de Culiacán y las cuencas de sus ríos.
3. **SEMARNAT.** *Listado de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).*

Especies Representativas de Culiacán

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo / Hábitat Principal
Amapa rosa	*Handroanthus impetiginosus*	Árbol maderable / Bosque tropical caducifolio
Amapa amarilla	*Handroanthus chrysanthus*	Árbol maderable / Bosque tropical caducifolio
Guamúchil	*Pithecellobium dulce*	Árbol / Bosque espinoso y zonas urbanas
Mezquite	*Prosopis juliflora*	Árbol o arbusto / Bosque espinoso y zonas áridas
Palo colorado	*Caesalpinia platyloba*	Árbol / Selva baja caducifolia
Brasil	*Haematoxylum brasiletto*	Árbol tintóreo / Bosque tropical caducifolio
Guayacán	*Guaiacum coulteri*	Árbol de madera dura / Bosque espinoso
Ceiba / Pochote	*Ceiba acuminata*	Árbol de gran tamaño / Bosque tropical caducifolio
Cacalosúchil	*Plumeria rubra*	Árbol ornamental / Selva baja caducifolia
Huizache	*Vachellia farnesiana*	Arbusto espinoso / Zonas áridas y perturbadas

Higuera blanca	*Ficus insipida*	Árbol grande / Galerías o riberas de ríos
Cardón hecho	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Cactácea gigante / Matorral y bosque espinoso
Mangle rojo	*Rhizophora mangle*	Árbol / Zonas costeras y esteros cercanos a Culiacán

Fuentes Bibliográficas

1. **Instituto Municipal de Planeación Urbana de Culiacán (IMPLAN).** *Manual de Arboricultura para el Municipio de Culiacán.* Ayuntamiento de Culiacán. (Este manual detalla las especies nativas y adaptadas recomendadas para la reforestación urbana en la ciudad).
2. **CONABIO y Gobierno del Estado de Sinaloa.** *La Biodiversidad en Sinaloa: Estudio de Estado.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México. (Un compendio biológico extenso que cataloga la flora vascular y los tipos de vegetación de los municipios de Sinaloa).