



SEMARNAT

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.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL
PLANTA FOTOVOLTAICA
“HELIOS SOLAR”



PREPARADO PARA:
HELIOS SOLAR S.A. DE C.V.



PREPARADO POR:
VIVEROS VERDES S.P.R DE R.L.



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

CONTENIDO

I.1	Proyecto	2
I.1.1	Nombre del proyecto	2
I.1.2	Ubicación del proyecto.....	2
I.1.3	Tiempo de vida útil del proyecto.....	7
I.1.4	Presentación de la documentación legal	7
I.2	Promovente.....	8
I.2.1	Nombre o razón social	8
I.2.2	Registro Federal de Contribuyentes.....	8
I.2.3	Nombre y cargo del representante legal	8
I.2.4	Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	8
I.3	Responsable técnico del estudio.....	8
I.3.1	Nombre o Razón social.....	8
I.3.2	Registro Federal de Contribuyentes.....	8
I.3.3	Nombre del Responsable Técnico del Estudio	8
I.3.4	Dirección del Responsable Técnico del Estudio	8



I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

PLANTA FOTOVOLTAICA "HELIOS SOLAR"

I.1.2 Ubicación del proyecto

El área donde se pretende establecer el proyecto *Planta Fotovoltaica "Helios Solar"* desarrollado por la Empresa HELIOS SOLAR S.A. DE C.V. está ubicada en el Municipio de Pinos, Estado de Zacatecas.

La Planta Fotovoltaica se encuentra conformada por varias propiedades privadas, mientras que la subestación de maniobras se construirá en una parcela perteneciente al Ejido de Santa Elena, ubicados en el Municipio de Pinos, Estado de Zacatecas. El proyecto contempla la rehabilitación de un camino ejidal rural existente del ejido de Santa Elena, y su derecho de vía, en el cual se construirá la línea de interconexión.

El proyecto consiste en:

- **Una Planta de generación de energía solar fotovoltaica** con una capacidad nominal de 150 MWac.

La planta de generación incluye los equipos principales siguientes:

- Paneles solares;
- Estructuras de soporte de los paneles, equipadas con seguidores;
- Estaciones de conversión eléctrica;
- Subestación elevadora;
- Edificio de operación y mantenimiento;
- Caminos internos a la planta;
- Un camino de acceso interno, permitiendo el acceso a la planta por el sur;
- **Una línea de interconexión;**
- **Una subestación de maniobras;**
- **Un camino de acceso** y su derecho de vía por el cual corre la línea de interconexión, permitiendo el acceso a la planta por el norte.

A continuación, se presentan las coordenadas correspondientes a cada uno de los componentes del proyecto:

- 0 **Planta de generación de energía solar fotovoltaica** con una **capacidad nominal de 150 MWac.**

Tabla 01. Coordenadas geográficas de la Planta Fotovoltaica o planta de generación de energía solar fotovoltaica.

Puntos	X	Y	Puntos	X	Y
1	X=242978.6085	Y=2423746.5748	22	X=242142.7160	Y=2423464.7400
2	X=242808.2182	Y=2423727.4527	23	X=242173.7700	Y=2423343.9610
3	X=242632.2601	Y=2424271.0763	24	X=242856.3400	Y=2423475.0630
4	X=242681.7691	Y=2424287.1577	25	X=242985.4400	Y=2422756.9400
5	X=242577.0170	Y=2424869.7540	26	X=243050.7051	Y=2422393.9006



Puntos	X	Y	Puntos	X	Y
6	X=242631.0260	Y=2424878.5230	27	X=243194.3631	Y=2422411.4798
7	X=243993.0310	Y=2425085.0670	28	X=243319.4469	Y=2422426.7861
8	X=243717.2070	Y=2425749.7900	29	X=243338.0210	Y=2422429.0590
9	X=243326.2540	Y=2425595.9230	30	X=243725.6921	Y=2422476.4977
10	X=243246.5240	Y=2425527.6260	31	X=243698.2009	Y=2422686.0996
11	X=243173.0280	Y=2425520.2690	32	X=244040.7615	Y=2422757.7477
12	X=242324.4300	Y=2425216.1630	33	X=243892.3284	Y=2423012.4802
13	X=242284.8160	Y=2425073.4300	34	X=243757.4678	Y=2423200.9443
14	X=242263.7220	Y=2424817.2490	35	X=243744.8877	Y=2423222.7260
15	X=241909.6710	Y=2424758.4050	36	X=243639.4144	Y=2423405.3454
16	X=241848.3860	Y=2425025.3560	37	X=243518.9053	Y=2423378.8045
17	X=241050.7295	Y=2424553.6301	38	X=243501.2979	Y=2423467.7565
18	X=241008.8938	Y=2424524.2879	39	X=243472.3720	Y=2423460.7240
19	X=241207.8675	Y=2424078.1865	40	X=243421.1657	Y=2423535.6488
20	X=241950.2275	Y=2424466.2125	41	X=243150.2250	Y=2423512.6410
21	X=242017.5670	Y=2424149.9390	42	X=243086.7146	Y=2423634.8386

0 **Camino de acceso y línea de transmisión**

- ✓ **El camino de acceso y su derecho de vía:** el proyecto contempla la rehabilitación de un camino ejidal rural existente y su derecho de vía, por el cual corre la línea de interconexión mismo que inicia en la planta fotovoltaica y va hasta la subestación de maniobras donde pasa la línea existente de CFE.
- ✓ **La Línea de interconexión:** corre por derecho de vía del camino ejidal rústico de terracería existente, mismo que da acceso a la planta fotovoltaica por la parte norte, dicha línea se interconecta mediante una subestación de maniobras a una línea de transmisión existente de CFE 230kV.

El camino de acceso y su derecho de vía se ubican en la parte norte de la planta, tienen una longitud de **2.608 km** y un ancho promedio de 23.9 m, cuenta con una superficie total de **6.2268 ha**, de los cuales **3.9701 ha** son de la línea de interconexión y cuentan con las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 02. Coordenadas geográficas del camino de acceso y su derecho de vía, incluye la línea de interconexión

Puntos	X	Y	Puntos	X	Y
1	X=241858.7583	Y=2425031.4481	25	X=241311.0680	Y=2426319.5410
2	X=241812.0000	Y=2425554.0000	26	X=241330.9390	Y=2426261.6240
3	X=240710.5463	Y=2427322.3379	27	X=241353.7170	Y=2426206.2990
4	X=240694.2030	Y=2427320.9910	28	X=241367.0010	Y=2426182.1790



Puntos	X	Y	Puntos	X	Y
5	X=240761.1610	Y=2427196.1280	29	X=241410.0620	Y=2426136.3830
6	X=240800.4950	Y=2427117.3150	30	X=241420.4300	Y=2426119.4730
7	X=240848.0010	Y=2427070.0990	31	X=241458.2730	Y=2426075.5040
8	X=240881.8910	Y=2427007.0280	32	X=241491.1040	Y=2426028.8510
9	X=240902.0260	Y=2426976.2690	33	X=241529.3210	Y=2425977.8040
10	X=240953.2450	Y=2426905.7920	34	X=241540.8140	Y=2425954.1380
11	X=240958.7310	Y=2426893.7260	35	X=241559.9810	Y=2425922.4370
12	X=240980.9580	Y=2426859.2260	36	X=241604.7040	Y=2425867.3210
13	X=240997.8910	Y=2426837.0750	37	X=241624.0500	Y=2425834.1510
14	X=241011.4200	Y=2426811.7820	38	X=241642.2730	Y=2425807.5900
15	X=241049.2179	Y=2426751.4897	39	X=241657.2650	Y=2425783.1140
16	X=241067.0590	Y=2426728.5070	40	X=241681.6180	Y=2425746.0750
17	X=241103.1960	Y=2426667.6560	41	X=241701.1230	Y=2425703.7160
18	X=241133.3580	Y=2426624.2720	42	X=241721.0240	Y=2425666.9540
19	X=241143.1660	Y=2426604.2750	43	X=241738.6629	Y=2425632.1792
20	X=241175.0010	Y=2426554.9100	44	X=241751.4480	Y=2425589.8710
21	X=241207.9510	Y=2426493.6570	45	X=241750.4690	Y=2425561.3250
22	X=241215.4680	Y=2426467.6100	46	X=241768.4330	Y=2425475.9690
23	X=241261.6660	Y=2426403.8710	47	X=241807.8370	Y=2425245.7950
24	X=241276.7780	Y=2426343.8440	48	X=241840.5588	Y=2425020.7271

- 0 **Subestación de maniobras:** La función de la subestación de maniobras es seccionar la Línea de Transmisión, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, donde se pretende interconectar la planta solar, para inyectar la energía generada por la planta solar a la Red Nacional de Transmisión.

Dicha subestación cuenta con las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 03. Coordenadas geográficas de la SE de Maniobras

Puntos	X	Y
1	X=240929.2140	Y=2427441.2810
2	X=241064.2070	Y=2427222.8820
3	X=240932.2540	Y=2427161.4530
4	X=240848.5370	Y=2427110.2330
5	X=240715.9870	Y=2427326.8840



Mapa Digital de México

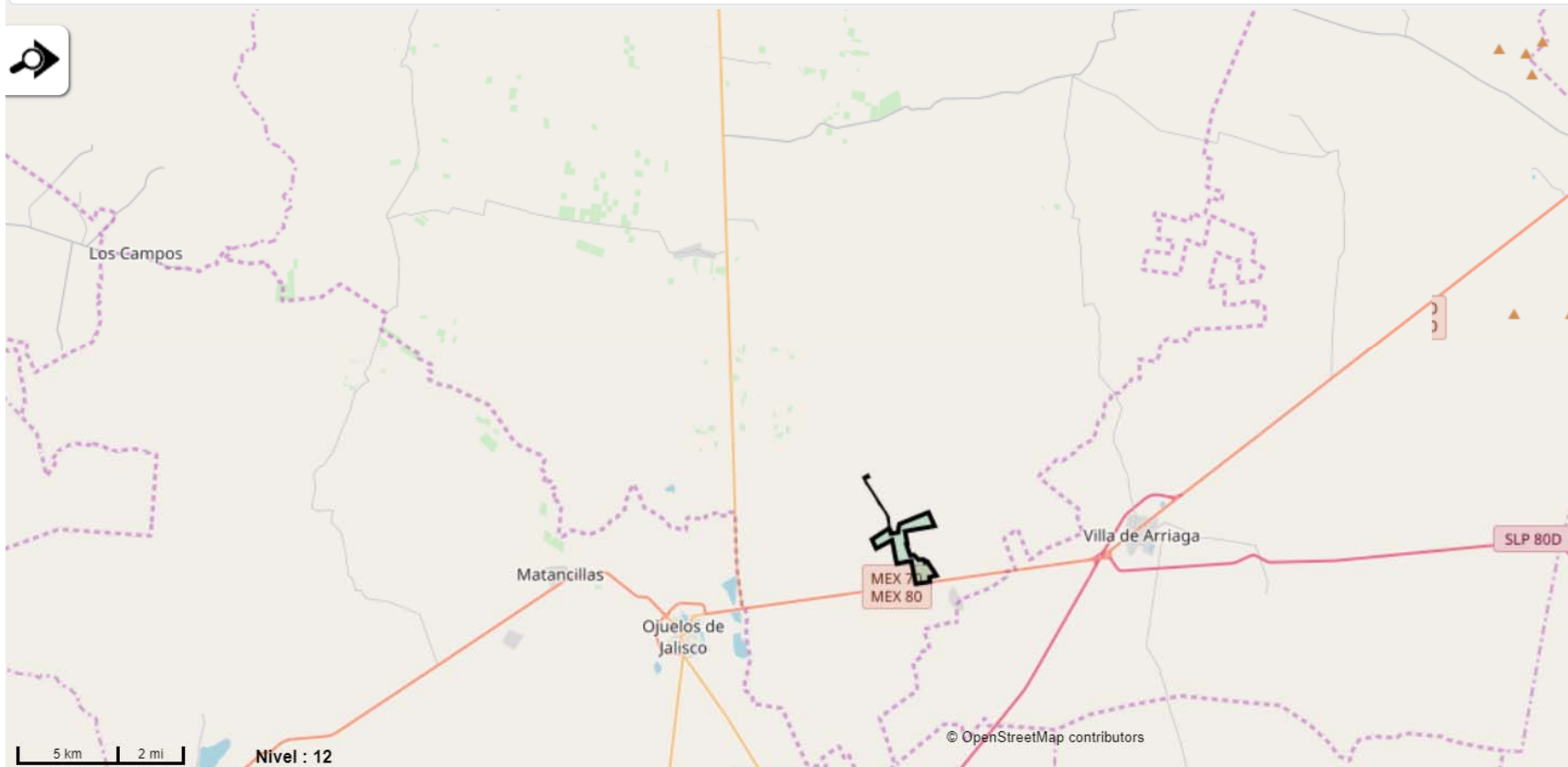


Imagen I.2. Ubicación del área del proyecto



Imagen I.2. Ubicación del área del proyecto



I.1.1 DIMENSIONES DEL PROYECTO

La superficie total del proyecto será de **337.7214 ha** de las cuales, **325.3920 ha** corresponden a la Planta Fotovoltaica "Helios Solar", **6.1026 ha** a la Subestación de maniobras y **6.2268 ha** al camino de acceso y su derecho de vía (incluye 3.9701 ha correspondientes a la línea de interconexión) ubicados en la parte norte de la planta fotovoltaica.

El área de la planta fotovoltaica considera todas las obras permanentes, áreas e instalaciones provisionales, así como servicios de apoyo para los frentes de construcción, área de acopio para materiales y casetas de vigilancia, de tal manera que no se afectarán áreas adicionales a la propuesta para el establecimiento del proyecto.

Tabla 05. Superficie requerida para el proyecto

Componente	Superficie total	Descripción de las áreas	Superficie de área (ha)
Planta fotovoltaica "Helios Solar"	325.3920	Superficie aproximada ocupada por los módulos o paneles solares	103.0111
		Caminos internos planta fotovoltaica	20.7525
		Área obras e instalaciones temporales	0.9543
		Subestación eléctrica de elevación	0.5000
		Edificio de operación y mantenimiento	0.0300
		Estaciones de conversión eléctrica	0.1913
		Camino de acceso interno	0.5707
		Superficie de terracería para maniobras y espacios sobrantes entre construcciones	199.3821
Subestación de maniobras	6.1026	Subestación de maniobras	6.1026
Camino y su derecho de vía incluyendo la línea de interconexión	6.2268	Camino de acceso y su derecho de vía incluyendo la línea de interconexión cuya superficie es de 3.9701 ha	6.2268
TOTAL	337.7214		337.7214

I.1.3 *Tiempo de vida útil del proyecto*

La vida útil del proyecto considerando las Etapas de Preparación del sitio, Construcción de la infraestructura, Operación y Mantenimiento de la planta de generación de energía eléctrica y el Abandono del sitio, se contempla en un periodo de 42 años, sin embargo, por las características del proyecto, se plantea que mediante la renovación de la infraestructura y equipos pudiera ser extendida la vida útil y renovado el contrato de arrendamiento del predio donde se ubica.

I.1.4 *Presentación de la documentación legal*

En los siguientes Anexos se presentan los siguientes documentos legales:

- ✓ Anexo I.1 Acta constitutiva y poder legal del Promoviente.



- ✓ Anexo I.2 Copia de identificación Oficial del representante legal del Promovente.
- ✓ Anexo I.3 RFC de la razón social del Promovente.
- ✓ Anexo I.4 RFC de la empresa responsable de la elaboración de la MIA-R.
- ✓ Anexo I.5 Copia de identificación Oficial del Responsable Técnico.
- ✓ Anexo I.6 CV del Responsable Técnico.
- ✓ Anexo I.7 Contratos de arrendamiento con opción de compra.

I.2 Promovente

I.2.1 *Nombre o razón social*

HELIOS SOLAR, S.A. DE C.V.

I.2.2 *Registro Federal de Contribuyentes del Promovente*

HSO1607052U0

I.2.3 *Nombre y cargo del representante legal*

C. JUAN PEDRO MENDOZA CERVANTES

Correo de contacto: jpmendoza@dhammaenergy.com

Tel. 55137871783

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

Río Churubusco No. 369 A, Col. Unidad Modelo, Delegación Iztapalapa, Ciudad de México, CP. 09089

I.3 Responsable técnico del estudio

I.3.1 *Nombre o Razón social.*

VIVEROS VERDES S.P. R DE R.L.

I.3.2 *Registro Federal de Contribuyentes*

VVE13107447

I.3.3 *Nombre del Responsable Técnico del Estudio*

BIÓL. QUETZALI VÁZQUEZ BÁEZ

I.3.4 *Dirección del Responsable Técnico del Estudio*

55 PONIENTE 902 Int. 3B

PRADOS AGUA AZUL

PUEBLA, PUEBLA

C.P.:72430.

Se incluye como Anexo I.4, Anexo I.5 y Anexo I.6 copia de la documentación probatoria del responsable técnico.



CAPÍTULO II DESCRIPCION DEL PROYECTO

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
II.1 Información general del proyecto, plan o programa	3
II.1.1 Naturaleza del proyecto	3
II.1.2 Justificación	7
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto	9
II.1.4 Infraestructura temporal y permanente del proyecto	15
II.1.5 Inversión requerida	16
II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa	16
II.2.1 Programa de trabajo	16
II.2.2 Cronograma de trabajo	17
II.3 Etapas del proyecto	22
II.3.1 Preparación del sitio y construcción	22
II.3.2 Operación y mantenimiento	33
II.3.3 Requerimientos de personal e insumos	35
II.3.4 Generación de gases efecto invernadero	40
II.3.5 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	40

TABLAS

Tabla II.1. Características principales del proyecto "Helios Solar"	4
Tabla II.2. Actividades y obras para el desarrollo del proyecto	4
Tabla II.3 Componentes del proyecto	5
Tabla II.4. Criterios utilizados para la elección del sitio	9
Tabla II.5. Coordenadas geográficas de la Planta Fotovoltaica.	10
Tabla II.6. Coordenadas geográficas del camino de acceso y de su derecho de vía incluyendo la línea de interconexión	11
Tabla II.7. Coordenadas geográficas de la SE de Maniobras	11
Tabla II.8. Superficie requerida para el proyecto	14
Tabla II.9. Distribución de áreas para infraestructura permanente del área del proyecto	15
Tabla II.10. Inversión y recuperación de la inversión	16
Tabla II.11. Costo de las medidas de mitigación	16
Tabla II.12. Cronograma general de trabajo.	16
Tabla II.13. Cronograma de actividades del proyecto	21
Tabla II.14. Volúmenes de los movimientos de tierra	22
Tabla II.15. Maquinaria e utilizar en el proyecto	25
Tabla II.16. Empleados por especialidad	35



Tabla II.17. Empleados para la operación y mantenimiento _____	36
Tabla II.18. Requerimientos de agua necesaria para la preparación del sitio y construcción _____	37
Tabla II.19. Requerimientos de agua necesaria para la operación y mantenimiento _____	37
Tabla II.20. Estimación de residuos sólidos urbanos _____	38
Tabla II.21. Otros residuos no peligrosos a generar _____	38
Tabla II.22. Disposición final de los residuos _____	39

FIGURAS

Figura II.1 Distribución general de las Áreas del Proyecto. _____	6
Figura II.2. Ubicación del área del proyecto _____	12
Figura II.3. Ubicación del área del proyecto _____	13
Figura II.4. Caminos internos _____	23
Figura II.5. Cercado perimetral del área del proyecto _____	25
Figura II.6. Instalación de tubos de rotación _____	27
Figura II.7. Estructura de soporte _____	27
Figura II.8. Módulos sobre los seguidores solares _____	28
Figura II.9. Montaje de los módulos sobre los seguidores solares _____	28
Figura II.10. Zanjas para la colocación de cableado _____	29
Figura II.11. Centros de inversión y transformación _____	30
Figura II.12. Transformador y celdas de media tensión _____	31
Figura II.13. Ubicación de la subestación elevadora dentro del área del proyecto _____	32
Figura II.14. Ubicación de la línea de interconexión del proyecto. _____	33
Figura II.15 Movimiento del sistema de seguimiento mecánico. _____	34



II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto, plan o programa

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El Sol es una de las fuentes de energía más prometedoras para sustituir las energías fósiles. La energía solar es abundante, inagotable y gratuita, de este modo, la energía solar está llamada a ser una de las opciones tecnológicas que contribuirán de forma masiva a cubrir la demanda energética mundial con una elevada "rentabilidad" medioambiental.

El valor energético de la radiación solar puede ser aprovechado directamente o convertido en otras formas de energía útil mediante las tecnologías solares. La energía solar presenta un gran número de opciones tecnológicas con desarrollos que hay que potenciar.

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación de la radiación solar en energía eléctrica a partir del efecto fotovoltaico de los materiales semiconductores que forman las celdas solares. El efecto fotovoltaico es la absorción de luz por la materia y la transformación de la energía de la radiación, fotones, en una corriente eléctrica. *La tecnología actual de los paneles no genera reflejos ni islas de calor.*

La generación de energía eléctrica fotovoltaica no supone emisiones de CO₂, situando la energía fotovoltaica como una de las energías más limpias y ecológicas. El proyecto *Planta Fotovoltaica "Helios Solar"* se ubica en el Municipio de Pinos en el Estado de Zacatecas, y consiste en:

- Una **Planta de generación de energía solar fotovoltaica** con una **capacidad nominal de 150 MWac.**

La planta de generación incluye los equipos principales siguientes:

- Paneles solares;
- Estructuras de soporte de los paneles, equipadas con seguidores;
- Estaciones de conversión eléctrica;
- Subestación elevadora;
- Edificio de operación y mantenimiento;
- Caminos internos a la planta;
- Un camino de acceso interno, permitiendo el acceso a la planta por el sur;
- Una **línea de interconexión;**
- Una **subestación de maniobras;**
- Un **camino de acceso y su derecho de vía por el cual corre la línea de interconexión, permitiendo el acceso a la planta por el norte.**

El proyecto utilizará paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en corriente directa durante el día, la cual será convertida a corriente alterna de media tensión en 34.5 kV y se conectará mediante la línea de interconexión eléctrica a la red de distribución de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en 230 kV.

El objetivo de la realización de la planta fotovoltaica Helios Solar es la generación de **470 GWh/año**, misma que será transformada en energía eléctrica contribuyendo así a la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.



El proyecto que se pone a consideración de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, atiende los preceptos establecidos en el artículo 28 fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y artículo 5°, inciso K) fracción IV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El proyecto descrito en esta Manifestación de Impacto Ambiental consiste en la construcción y operación de un Parque Solar compuesto por 525,567 módulos fotovoltaicos, para generar energía eléctrica a partir de la radiación solar, por lo que el proyecto se circunscribe al sector eléctrico.

Número de módulos de la planta fotovoltaica Helios Solar	525,567
Capacidad nominal para generar la planta en su conjunto	150 MWac

Tabla II.1. Características principales del proyecto "Helios Solar"

Con el fin de brindar una mejor descripción de las obras y actividades que serán consideradas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se establecerá la clasificación presentada en la siguiente tabla.

Etapa del proyecto	Obras	Actividad
Preparación del sitio	-----	<ol style="list-style-type: none">1. Limpieza del Terreno2. Instalación de obras provisionales
Construcción	<ul style="list-style-type: none">• Cercado perimetral• Red de caminos internos• Caminos de acceso• Paneles solares• Sistema estructural• Sistemas de conversión (estaciones de media tensión o de conversión eléctrica)• Cableado• Línea de interconexión• Subestaciones eléctricas• Zanjas• Edificio de operación y mantenimiento• Obras provisionales	<ol style="list-style-type: none">1. Excavación y rellenos2. Nivelación y compactación3. Cimentación y Armado de infraestructura4. Instalación y conexión de los componentes eléctricos de la planta solar5. Desmantelamiento de infraestructura provisional
Operación y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none">• Planta fotovoltaica	<ol style="list-style-type: none">1. Generación de energía eléctrica por medio de los paneles solares2. Transmisión de energía eléctrica por la línea de interconexión3. Operación de la planta4. Mantenimiento de los equipos
Desmantelamiento de infraestructura		

Tabla II.2. Actividades y obras para el desarrollo del proyecto



El parque solar fotovoltaico tendrá una producción anual estimada de 470 GWh. Los principales componentes del Proyecto son:

Componentes del Proyecto	Características
Módulos fotovoltaicos	Módulos cristalinos
Estructuras de soporte	La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos realizará el movimiento de los paneles con seguimiento horizontal de este a oeste mediante un seguimiento automático, orientados a $\pm 60^\circ$.
Inversores (DC/AC) y estaciones de media tensión o de conversión eléctrica	Inversores: Sistemas que convierten la corriente continua (DC) en corriente alternativa (AC) Transformadores: La corriente alternativa (AC) es transformada de bajo voltaje (470 V) a medio voltaje (34.5 kV)
Subestación de generación o elevadora	Mediante la subestación de generación dentro del recinto de la central solar, se elevará la tensión de 34.5 kV a 230 kV. La subestación incluye un edificio de control. Adicionalmente se instalará un transformador de servicios auxiliares de 100 kVA con su correspondiente celda de protección y panel de baja tensión que dará servicio en baja tensión al edificio de control y demás sistemas auxiliares de la planta.
Subestación de maniobras	La función de la subestación de maniobras es seccionar la Línea de Transmisión, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, donde se pretende interconectar la planta solar, para inyectar la energía generada por la planta solar a la Red Nacional de Transmisión.
Edificio de operación y mantenimiento	Este edificio incluye una sala de control, una sala técnica para el servidor SCADA, y salas multiuso y sanitarios. También incluye espacio para almacenaje de partes de repuesto, taller y un almacén de residuos peligrosos, en caso de generarse por el proyecto.
Vialidades internas	Se construirán vialidades internas que darán acceso a las estaciones de inversores, las vialidades tendrán un ancho de entre 4 y 5 m
Camino de acceso y su derecho de vía	Para el acceso a la planta fotovoltaica "Helios Solar", el proyecto contempla la rehabilitación de un camino ejidal existente y su derecho de vía por el cual corre la línea de interconexión, mismo que inicia en la planta fotovoltaica y va hasta la subestación de maniobras donde pasa la línea existente de CFE.
Línea de interconexión (incluida en el derecho de vía del camino de acceso)	El proyecto consta de una línea de interconexión para la distribución de la energía eléctrica producida por la planta fotovoltaica, la cual contarán con una longitud de 2.608 km y estará incluida en el derecho de vía del camino de acceso antes descrito.
Instalaciones temporales	Se proyecta la construcción de instalaciones temporales que se ubicarán al oeste del polígono, las cuales, una vez terminada la etapa de Preparación del Sitio y Construcción serán desmanteladas.

Tabla II.3 Componentes del proyecto

En la siguiente figura se presenta la distribución de las obras descritas en la tabla anterior.

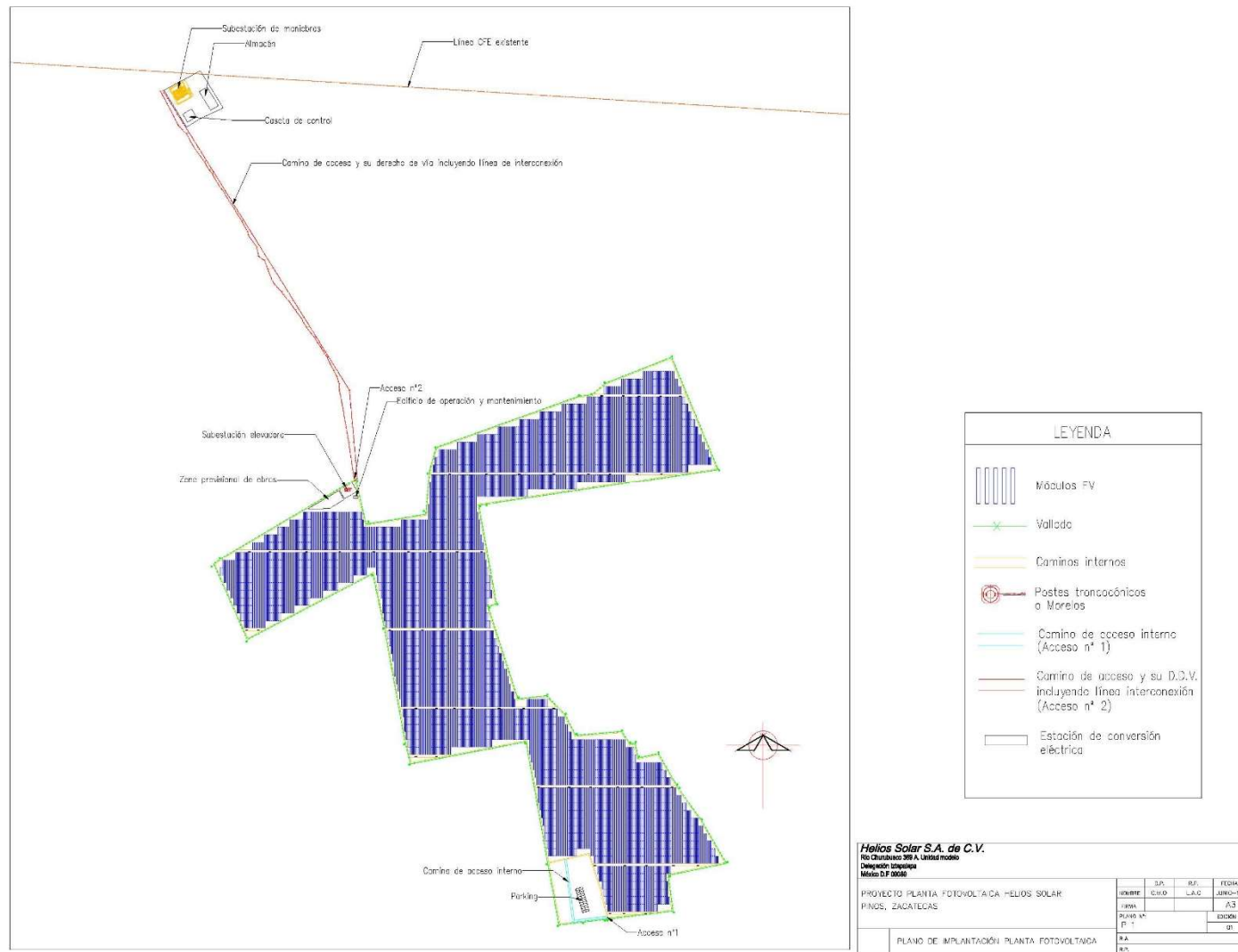


Figura II.1 Distribución general de las Áreas del Proyecto.



II.1.2 Justificación

El presente proyecto tiene como objetivo la generación de **470 GWh** de energía solar fotovoltaica, misma que será transformada en energía eléctrica contribuyendo así a la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.

El Sol es una de las fuentes de energía más prometedoras para sustituir las energías fósiles. La energía solar es abundante, inagotable y gratuita, de este modo, la energía solar está llamada a ser una de las opciones tecnológicas que contribuirán de forma masiva a cubrir la demanda energética mundial con una elevada "rentabilidad" medioambiental.

El valor energético de la radiación solar puede ser aprovechado directamente o convertido en otras formas de energía útil mediante las tecnologías solares. La energía solar presenta un gran número de opciones tecnológicas con desarrollos que hay que potenciar.

El aprovechamiento de la energía solar, se realiza principalmente mediante la utilización de dos tipos de tecnologías:

- **Fotovoltaicas**, que convierten la energía solar en energía eléctrica con celdas fotoeléctrica.
- **Termosolares**, que usan la energía del sol para el calentamiento de fluidos, mediante colectores solares, que alcanzan temperaturas de 40 a 100 °C (planos), o "concentradores" con los que se obtienen temperaturas de hasta 500 °C.

De acuerdo con la "*Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía*", México cuenta con condiciones naturales muy favorables para la aplicación de sistemas fotovoltaicos. En muchas partes de su extenso territorio, la radiación solar promedio es el doble de, por ejemplo, los países de Europa como Alemania, que actualmente es uno de los mayores mercados fotovoltaicos en el mundo. El inmenso potencial de México, la segunda economía más grande de Latinoamérica ha sido escasamente explotado hasta ahora.

Es importante mencionar que en el 2010 el aprovechamiento de las energías renovables presentó un incremento de 3.1%, derivado principalmente de la adopción de metas de reducción de emisiones a nivel mundial. Los tipos de energía renovable con mayor dinamismo fueron la solar y la eólica, con 14.5 Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo).

De acuerdo con el documento "La industria solar fotovoltaica y fototérmica en Mexico" en 2017 el país contaba con una capacidad instalada de aproximadamente 19.7 MWp de sistemas fotovoltaicos, comparados con una capacidad instalada de 3,800 MWp en Alemania. Debido al incremento en los precios de la energía y a la creciente conciencia pública sobre el impacto negativo de los combustibles fósiles, el Sol, como fuente potencial de energía, ha despertado cada vez mayor interés en las autoridades mexicanas.

El presente Proyecto contribuirá con una capacidad instalada de **150 MWac** los cuales generaran hasta **470 GWh** de energía eléctrica anual y los correspondientes **470,000 Certificados de Energías Limpias (CEL's)**, contribuyendo así al aumento de la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.



Aunado a ello, la generación de energía eléctrica a partir de celdas o paneles solares o paneles fotovoltaicos contribuirá directamente en la disminución de gases de efecto invernadero (GEI), como es el caso del CO₂.

Adicionalmente, el sitio donde se plantea establecer el proyecto se eligió de acuerdo con sus características técnicas, ambientales y socioeconómicas, los criterios utilizados para la elección del sitio fueron:

Criterios	Descripción
Técnicos	<ul style="list-style-type: none">• La irradiación solar promedio anual en el predio donde se ubica el proyecto Helios Solar es de 5.8 kWh/m²/día, superior a la media nacional (5 kWh/m²/día).• Con respecto a la Topografía del predio, cabe mencionar que debido al tipo de infraestructura que se instalará el terreno debe contar con una pendiente inferior a 30%; el predio seleccionado cuenta con una pendiente inferior a 8% clasificado como terreno plano a levemente ondulado, lo que lo hace apto para la instalación del equipo correspondiente.• Ubicación estratégica con respecto al punto de conexión a la red eléctrica mediante la línea de CFE de 230 kV que pasa por el predio.• Uso de suelo agrícola para 337.7214 ha• Terrenos que no presentan cobertura vegetal• Terrenos sin construcciones, sin infraestructura tal como calles, avenidas, gasoductos u oleoductos, etc.;• Terreno alejado de aeropuertos y sus áreas de influencia;• Terreno sin antecedentes de situaciones de riesgo ambiental (inundaciones, sismos, derrumbes, etc.)• Cercanía a vialidades de acceso primarias a través de la parte sur del proyecto: Carretera Federal No. 80 San Luis Potosí - Lagos de Moreno
Económicos	<ul style="list-style-type: none">• El Proyecto contribuirá a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Nacional.• Además, generará empleos directos por la compra insumos, materiales y la adquisición de servicios.
Sociales	<ul style="list-style-type: none">• El Proyecto será ubicado en terrenos particulares los cuales serán beneficiados por el arrendamiento del terreno. Localmente habrá generación de empleos directos e indirectos principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción.• Creación de empleos directos e indirectos localmente durante la fase de construcción y la fase de operación de la central;• Existencia de mano de obra en la zona, así como la necesidad de generar fuentes de empleo en el área del proyecto;• El proyecto promoverá el movimiento de la economía local tales como comercio local, sitios de servicio a empleados, hospedaje, etc;
	<ul style="list-style-type: none">• No se alteran o dañan los elementos naturales del área de influencia, ya que el proceso de generación de energía eléctrica mediante energía



Criterios	Descripción
Ecológicos	<p>solar no requiere de ningún proceso de combustión, por lo que no se generarán emisiones a la atmósfera.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de suelo agrícola en terrenos con agricultura de temporal • El sitio donde se instalará el Proyecto no se identificó con alguna importancia ecológica como Área Natural Protegida (ANP) federal, estatal o municipal, Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ni Sitios RAMSAR. • Alta profundidad de mantos friáticos a través de sondeos
Normativos	<ul style="list-style-type: none"> • La localización del proyecto considera el cumplimiento de la legislación energética y ambiental vigente y aplicable, que han expedido organismos públicos federales, estatales y/o municipales. Cabe destacar que, el Proyecto no se contrapone con ningún ordenamiento ecológico o urbano existente en la región.

Tabla II.4. Criterios utilizados para la elección del sitio

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

II.1.3.1 UBICACIÓN FÍSICA

El área donde se pretende establecer el proyecto "Planta Fotovoltaica Helios Solar" desarrollado por la Empresa HELIOS SOLAR S.A. DE C.V. está ubicada en el Municipio de Pinos, Estado de Zacatecas. La Planta Fotovoltaica se encuentra conformada por varias propiedades privadas, mientras que la subestación de maniobras se construirá en una parcela perteneciente al Ejido de Santa Elena, ubicados en el Municipio de Pinos, Estado de Zacatecas.

El proyecto contempla la rehabilitación de un camino ejidal rural existente del ejido de Santa Elena, y su derecho de vía, en el cual se construirá la línea de interconexión.

A continuación, se presentan las coordenadas correspondientes a cada uno de los componentes del proyecto:

- **Planta de generación de energía solar fotovoltaica** con una **capacidad nominal de 150 MWac** la cual tiene las siguientes coordenadas:

Puntos	X	Y	Puntos	X	Y
1	X=242978.6085	Y=2423746.5748	22	X=242142.7160	Y=2423464.7400
2	X=242808.2182	Y=2423727.4527	23	X=242173.7700	Y=2423343.9610
3	X=242632.2601	Y=2424271.0763	24	X=242856.3400	Y=2423475.0630
4	X=242681.7691	Y=2424287.1577	25	X=242985.4400	Y=2422756.9400
5	X=242577.0170	Y=2424869.7540	26	X=243050.7051	Y=2422393.9006
6	X=242631.0260	Y=2424878.5230	27	X=243194.3631	Y=2422411.4798
7	X=243993.0310	Y=2425085.0670	28	X=243319.4469	Y=2422426.7861
8	X=243717.2070	Y=2425749.7900	29	X=243338.0210	Y=2422429.0590
9	X=243326.2540	Y=2425595.9230	30	X=243725.6921	Y=2422476.4977
10	X=243246.5240	Y=2425527.6260	31	X=243698.2009	Y=2422686.0996
11	X=243173.0280	Y=2425520.2690	32	X=244040.7615	Y=2422757.7477



Puntos	X	Y	Puntos	X	Y
12	X=242324.4300	Y=2425216.1630	33	X=243892.3284	Y=2423012.4802
13	X=242284.8160	Y=2425073.4300	34	X=243757.4678	Y=2423200.9443
14	X=242263.7220	Y=2424817.2490	35	X=243744.8877	Y=2423222.7260
15	X=241909.6710	Y=2424758.4050	36	X=243639.4144	Y=2423405.3454
16	X=241848.3860	Y=2425025.3560	37	X=243518.9053	Y=2423378.8045
17	X=241050.7295	Y=2424553.6301	38	X=243501.2979	Y=2423467.7565
18	X=241008.8938	Y=2424524.2879	39	X=243472.3720	Y=2423460.7240
19	X=241207.8675	Y=2424078.1865	40	X=243421.1657	Y=2423535.6488
20	X=241950.2275	Y=2424466.2125	41	X=243150.2250	Y=2423512.6410
21	X=242017.5670	Y=2424149.9390	42	X=243086.7146	Y=2423634.8386

Tabla II.5. Coordenadas geográficas de la Planta Fotovoltaica.

- **Línea de interconexión;** corre por derecho de vía de un camino ejidal rústico de terracería existente la cual se interconecta mediante una subestación de maniobras a una línea de transmisión existente de CFE 230kV.
- **Camino de acceso y su derecho de vía, incluyendo la línea de interconexión:** el proyecto contempla la rehabilitación de un camino ejidal rural existente y su derecho de vía, por el cual corre la línea de interconexión mismo que inicia en la planta fotovoltaica y va hasta la subestación de maniobras donde pasa la línea existente de CFE.

El camino de acceso y su derecho de vía se ubican en la parte norte de la planta, tienen una longitud de **2.608 km** y un ancho medio de 23.9 m, contando con una superficie total de **6.2268 ha** (de los cuales **3.9701 ha** son de la línea de interconexión) y cuentan con las siguientes coordenadas UTM:

Puntos	X	Y	Puntos	X	Y
1	X=241858.7583	Y=2425031.4481	25	X=241311.0680	Y=2426319.5410
2	X=241812.0000	Y=2425554.0000	26	X=241330.9390	Y=2426261.6240
3	X=240710.5463	Y=2427322.3379	27	X=241353.7170	Y=2426206.2990
4	X=240694.2030	Y=2427320.9910	28	X=241367.0010	Y=2426182.1790
5	X=240761.1610	Y=2427196.1280	29	X=241410.0620	Y=2426136.3830
6	X=240800.4950	Y=2427117.3150	30	X=241420.4300	Y=2426119.4730
7	X=240848.0010	Y=2427070.0990	31	X=241458.2730	Y=2426075.5040
8	X=240881.8910	Y=2427007.0280	32	X=241491.1040	Y=2426028.8510
9	X=240902.0260	Y=2426976.2690	33	X=241529.3210	Y=2425977.8040
10	X=240953.2450	Y=2426905.7920	34	X=241540.8140	Y=2425954.1380
11	X=240958.7310	Y=2426893.7260	35	X=241559.9810	Y=2425922.4370
12	X=240980.9580	Y=2426859.2260	36	X=241604.7040	Y=2425867.3210
13	X=240997.8910	Y=2426837.0750	37	X=241624.0500	Y=2425834.1510
14	X=241011.4200	Y=2426811.7820	38	X=241642.2730	Y=2425807.5900
15	X=241049.2179	Y=2426751.4897	39	X=241657.2650	Y=2425783.1140
16	X=241067.0590	Y=2426728.5070	40	X=241681.6180	Y=2425746.0750



Puntos	X	Y	Puntos	X	Y
17	X=241103.1960	Y=2426667.6560	41	X=241701.1230	Y=2425703.7160
18	X=241133.3580	Y=2426624.2720	42	X=241721.0240	Y=2425666.9540
19	X=241143.1660	Y=2426604.2750	43	X=241738.6629	Y=2425632.1792
20	X=241175.0010	Y=2426554.9100	44	X=241751.4480	Y=2425589.8710
21	X=241207.9510	Y=2426493.6570	45	X=241750.4690	Y=2425561.3250
22	X=241215.4680	Y=2426467.6100	46	X=241768.4330	Y=2425475.9690
23	X=241261.6660	Y=2426403.8710	47	X=241807.8370	Y=2425245.7950
24	X=241276.7780	Y=2426343.8440	48	X=241840.5588	Y=2425020.7271

Tabla II.6. Coordenadas geográficas del camino de acceso y de su derecho de vía incluyendo la línea de interconexión

- **Subestación de maniobras:** La función de la subestación de maniobras es seccionar la Línea de transmisión, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, donde se pretende interconectar la planta solar, para inyectar la energía generada por la planta solar a la Red Nacional de Transmisión. Dicha subestación cuenta con las siguientes coordenadas UTM:

Puntos	X	Y
1	X=240929.2140	Y=2427441.2810
2	X=241064.2070	Y=2427222.8820
3	X=240932.2540	Y=2427161.4530
4	X=240848.5370	Y=2427110.2330
5	X=240715.9870	Y=2427326.8840

Tabla II.7. Coordenadas geográficas de la SE de Maniobras

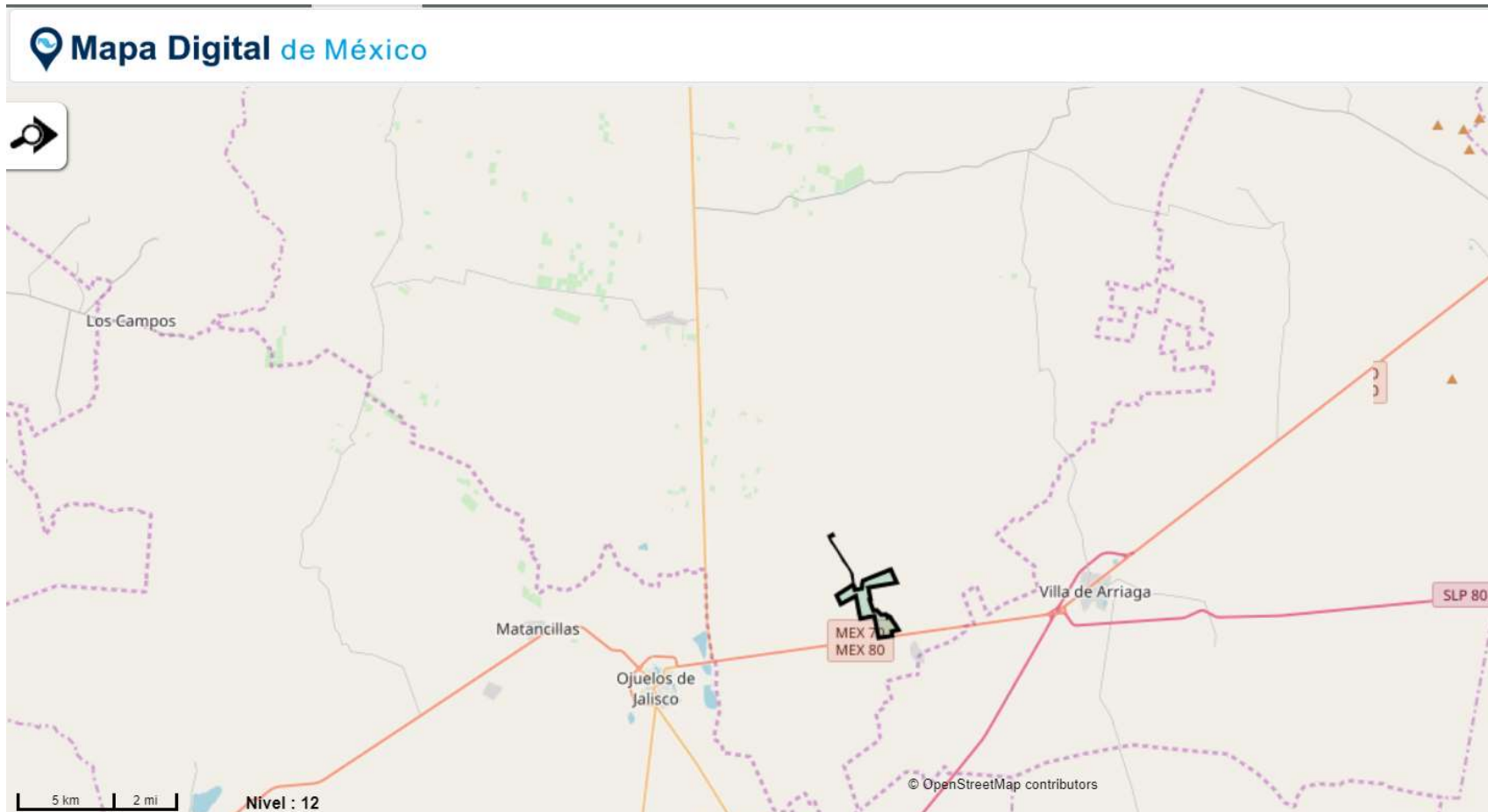


Figura II.2. Ubicación del área del proyecto

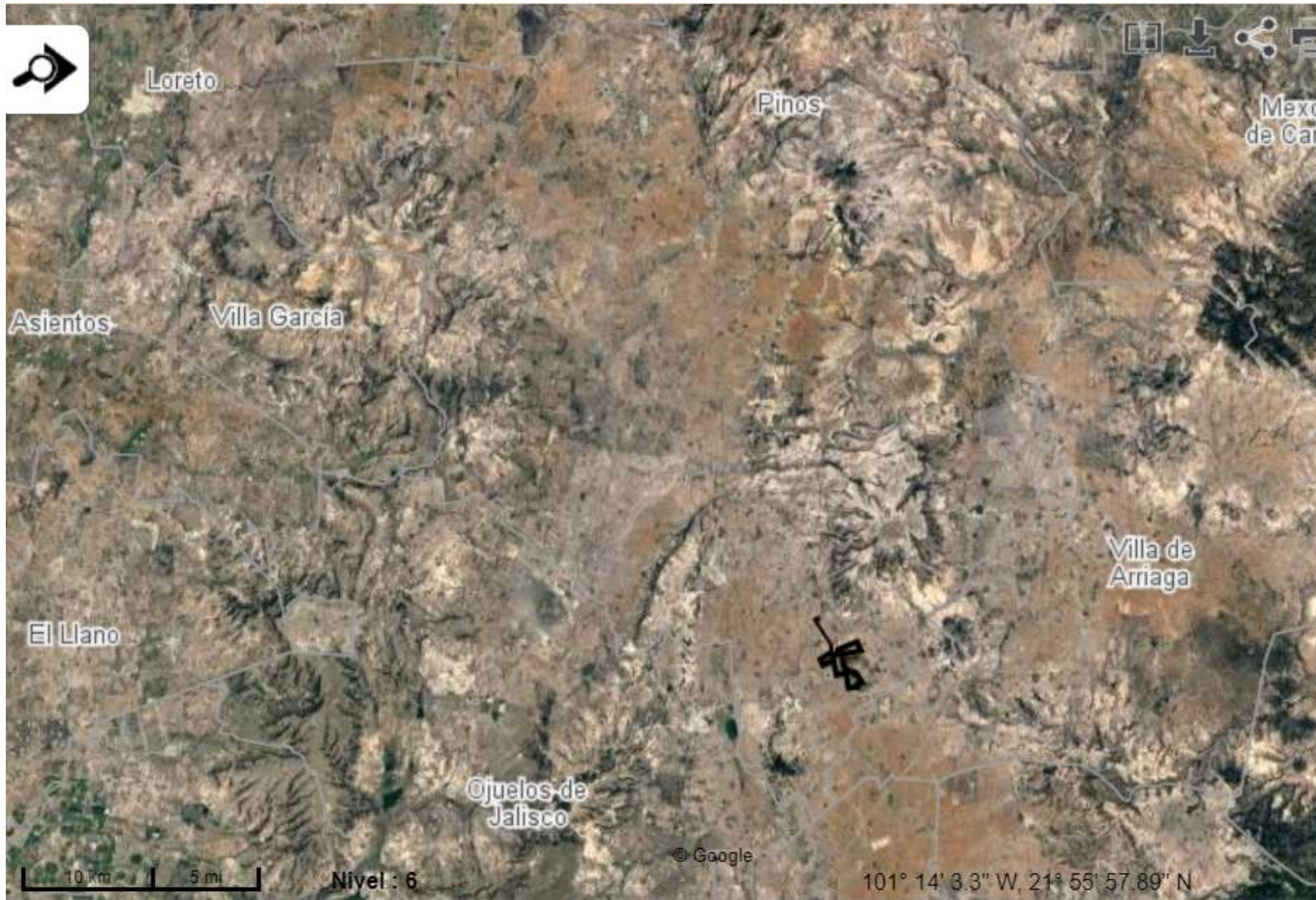


Figura II.3. Ubicación del área del proyecto



I.1.1 DIMENSIONES DEL PROYECTO

La superficie total del proyecto será de **337.7214 ha** de las cuales, **325.3920 ha** corresponden a la Planta Fotovoltaica "Helios Solar", **6.1026 ha** a la Subestación de maniobras y **6.2268 ha** al camino de acceso y su derecho de vía (incluyendo los 3.9701 ha de la línea de interconexión) ubicados en la parte norte de la planta fotovoltaica.

El área de la planta fotovoltaica considera todas las obras permanentes áreas e instalaciones provisionales, así como servicios de apoyo para los frentes de construcción, área de acopio para materiales y casetas de vigilancia, de tal manera que no se afectarán áreas adicionales a la propuesta para el establecimiento del proyecto.

Componente	Superficie total	Descripción de las áreas	Superficie de área (ha)
Planta fotovoltaica "Helios Solar"	325.3920	Superficie aproximada ocupada por los módulos o paneles solares	103.0111
		Caminos internos planta fotovoltaica	20.7525
		Área obras e instalaciones temporales	0.9543
		Subestación eléctrica de elevación	0.5000
		Edificio de operación y mantenimiento	0.0300
		Estaciones de conversión eléctrica	0.1913
		Camino de acceso interno	0.5707
	Superficie de terracería para maniobras y espacios sobrantes entre construcciones	199.3821	
Subestación de maniobras	6.1026	Subestación de maniobras	6.1026
Camino y su derecho de vía incluyendo la línea de interconexión	6.2268	Camino de acceso y su derecho de vía incluyendo la línea de interconexión cuya superficie es de 3.9701 ha	6.2268
TOTAL	337.7214		337.7214

Tabla II.8. Superficie requerida para el proyecto



II.1.4 Infraestructura temporal y permanente del proyecto

A continuación, se describen la infraestructura permanente y temporal a establecer dentro del proyecto, sujetos a la presente evaluación de impacto ambiental:

Componente	Superficie total	Descripción de las áreas	Uso de suelo y vegetación	Superficie de área (ha)	Obras permanentes (ha)	Obras temporales (ha)	% con respecto a la superficie total
Planta fotovoltaica "Helios Solar"	325.3920	Superficie aproximada ocupada por los módulos o paneles solares	Agricultura de temporal anual	103.0111	103.0111	-	30.50%
		Caminos internos planta fotovoltaica		20.7525	20.7525	-	6.14%
		Área obras e instalaciones temporales		0.9543	-	0.9543	0.28%
		Subestación eléctrica de elevación		0.5000	0.5000	-	0.15%
		Edificio de operación y mantenimiento		0.0300	0.0300	-	0.01%
		Estaciones de conversión eléctrica		0.1913	0.1913	-	0.06%
		Camino de acceso interno		0.5707	0.5707	-	0.17%
		Superficie de terracería para maniobras y espacios sobrantes entre construcciones		199.3821	199.3821	-	59.04%
Subestación de maniobras	6.1026	Subestación de maniobras		6.1026	6.1026	-	1.81%
Camino y su derecho de vía incluyendo la línea de interconexión	6.2268	Camino de acceso y su derecho de vía incluyendo la línea de interconexión cuya superficie es de 3.9701 ha	Sin vegetación	6.2268	6.2268		1.84%
TOTAL	337.7214			337.7214	336.7671	0.9543	100%

Tabla II.9. Distribución de áreas para infraestructura permanente del área del proyecto



II.1.5 Inversión requerida

a) Reportar el importe total del capital requerido (inversión + gasto de operación)

La empresa Helios Solar S.A. de C.V., realizará una inversión total \$ 1,800,000,000.00 (mil ochocientos millones de pesos, 00/100 M.N.), para el desarrollo del proyecto, en el Municipio de Pinos en el Estado de Zacatecas, lo que implica una fuerte derrama económica en el Municipio.

b) Precisar el periodo de recuperación del capital, justificándolo con la memoria de cálculo respectiva

El periodo de recuperación estimado para la inversión del proyecto, menos los costos de operación y mantenimiento es de 10 años, de acuerdo a la siguiente tabla:

Inversión para recuperar	\$ 1,800,000,000.00
Ingresos por la venta de electricidad	\$ 318,000,000.00
Gastos por operación y mantenimiento	\$ 138,000,000.00
Ganancia neta	\$ 180,000,000.00
Periodo de recuperación	10 años

Tabla II.10. Inversión y recuperación de la inversión

Los costos para aplicar las medidas de prevención y mitigación se estiman a continuación:

CONCEPTO	PRESUPUESTO ASIGNADO	PERIODO	FASE DE APLICACIÓN
Manejo de residuos (contenedores, almacenamiento y servicio de recolección)	\$ 60,000.00	Anual	Construcción
Capacitación ambiental y seguridad	\$ 100,000.00	Anual	Construcción
Letrinas	\$ 130,000.00	Anual	Construcción
Letrinas	\$ 30,000.00	Anual	Operación
Señalamiento preventivo, informativo y restrictivo	\$ 200,000.00	Anual	Construcción
Manejo de paneles en desuso	\$ 40,000.00	Anual	Operación
Rescate y reubicación de fauna	\$ 200,000.00	Anual	Construcción
Estudios de monitoreo de fauna	\$ 400,000.00	Anual	Construcción / Operación
Total	\$ 1,160,000.00		

Tabla II.11. Costo de las medidas de mitigación

II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa

II.2.1 Programa de trabajo

El desarrollo del proyecto contempla las siguientes etapas:

Etapa	2020-2022	2023-2060	2061
Preparación del sitio			
Construcción			
Operación y mantenimiento			
Abandono del sitio			

Tabla II.12. Cronograma general de trabajo.

A continuación, se describen las principales actividades que contempla cada etapa del proyecto desde la obtención de las autorizaciones correspondientes hasta su operación:



II.2.2 Cronograma de trabajo

Programa de trabajo																																				
Etapa actividades	2020								2021								2022								2023-2026		2026									
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Primer semestre	Segundo semestre	Primer semestre
Preparación del sitio																																				
Limpieza de terreno		X	X	X	X	X	X	X	X																											
Nivelación y compactación		X	X	X	X	X	X	X	X																											
Conformación de caminos internos		X	X	X	X	X	X	X	X																											
Zanjas de drenaje		X	X	X	X	X	X	X	X																											
Instalación de obras provisionales		X	X	X	X	X	X	X	X																											
Construcción																																				
Instalación de cerca Perimetral puertas de acceso					X	X	X	X	X	X																										
Sistema de seguridad									X	X																										
Instalación de Red de Media Tensión (MT)																																				
Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																			



Programa de trabajo																																				
Etapa actividades	2020								2021								2022								2023-2026		2061									
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Primer semestre	Segundo semestre	Primer semestre
Instalación de cableado MT y su recubrimiento						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																				
Instalación de la Red de Baja Tensión (CC)																																				
Apertura de zanjas para cableado de Baja Tensión						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																				
Instalación de Cableado de BT y su recubrimiento						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																				
Instalaciones de apoyo (casetas)																																				
Construcción de bases									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Instalación de casetas prefabricadas que cumplirán la función de oficinas, almacenes, caseta de control									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Instalación eléctrica									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Instalación eléctrica en puntos de conexión									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	



Programa de trabajo																																						
Etapa actividades	2020								2021								2022								2023-2026		2026											
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Primer semestre	Segundo semestre	Primer semestre	Segundo semestre	
Instalación mecánica																																						
Hincado de postes										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																	
Instalación de perfiles para soportes de módulos solares										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																	
Instalación de Módulos fotovoltaicos (FV)																																						
Recepción												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
Montaje de módulos juntos con cajas de nivel												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
Cableado strings												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
Conexión																																						
Conexión a la Red (Cableado desde transformadores hasta la Red de CFE)														X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Subestación eléctrica														X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Línea de Interconexión														X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				



Programa de trabajo																																					
Etapa actividades	2020								2021								2022								2023-2026		2061										
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Primer semestre	Segundo semestre	Primer semestre	Segundo semestre
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																																					
Generación de Energía Eléctrica																																		X	X	X	
Gestión de subcontratos																																		X	X	X	
Control Operativo																																		X	X	X	
Mantenimiento Preventivo																																		X	X	X	
Mantenimiento Correctivo																																		X	X	X	
Abandono del sitio																																					
Renovación de Permisos y Equipo																																					X
Desmantelamiento																																					
Retiro cableado de red de media tensión																																					X
Retiro de cableado de red de baja tensión																																					X



II.3 Etapas del proyecto

II.3.1 Preparación del sitio y construcción

II.3.1.1 Preparación Del Sitio

A. LIMPIEZA DEL TERRENO

Para el desarrollo de la presente manifestación de impacto ambiental se utilizará la siguiente definición.

- **LIMPIEZA DEL TERRENO** consiste en extraer y retirar de las zonas designadas toda la maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del director de las Obras. La ejecución de esta operación incluye remoción de los materiales objeto de limpieza. Esta preparación del terreno servirá para:
 - o Crear una superficie lo suficientemente homogénea y compacta que permita el tránsito de vehículos y maquinaria de construcción.
 - o Eliminar aquellos desniveles que no permitan la instalación de los seguidores.
 - o Crear una superficie firme y homogénea, con la compactación y resistencia mecánica adecuada, que permita la ejecución de cimentaciones.

B. NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN

Solo se realizará la nivelación de las áreas donde se encuentren pequeños desniveles con ayuda de maquinaria, de tal manera que el material retirado de las elevaciones sea utilizado para el relleno de las partes con algunas depresiones. Se irá realizando de acuerdo con las necesidades que cada obra en particular requiera conforme a la topografía del área destinada para cada una de ellas. La nivelación para el establecimiento de infraestructura se realizará con el uso de una motoniveladora y la compactación con el vibrocompactador.

Dada la naturaleza de la obra para la instalación de los soportes para los módulos **SE CONSIDERA QUE NO HABRÁ NECESIDAD DE IMPORTAR MATERIAL DE BANCOS DE PRÉSTAMO**. De ser necesario se informará a la autoridad con oportunidad y estos materiales serán de bancos autorizados.

Los productos de excavaciones no serán retirados del lugar. Cualquier material que no se coloque de nuevo en la excavación se distribuirá en el lugar y realizará la nivelación del terreno. El movimiento de tierras que se prevé es:

Concepto	Volumen (m ³)
Instalaciones temporales	1,592
Vías de acceso	1,667
Caminos internos	41,684
Subestaciones	3,501
Pilas	16,674
Estaciones AC	584
Trincheras	6,381
Línea de alta tensión	139

Tabla II.14. Volúmenes de los movimientos de tierra



C. CONFORMACIÓN DE CAMINOS

Conforme se va preparando el terreno, se irán conformando los caminos internos, ubicados entre los módulos o paneles solares, los cuales cumplen con el objetivo de conexión interna para dar acceso a módulos y demás instalaciones de la planta con el fin de dar mantenimiento. Estos caminos serán hechos a través de la compactación del terreno y una capa de grava en algunas ocasiones. Las dimensiones de estos caminos serán de una anchura de aprox. 2 metros para los caminos que dan acceso a los módulos y de entre 4 y 5 m de ancho para los caminos que dan acceso a los centros de inversión y transformación (o estaciones de conversión eléctrica).

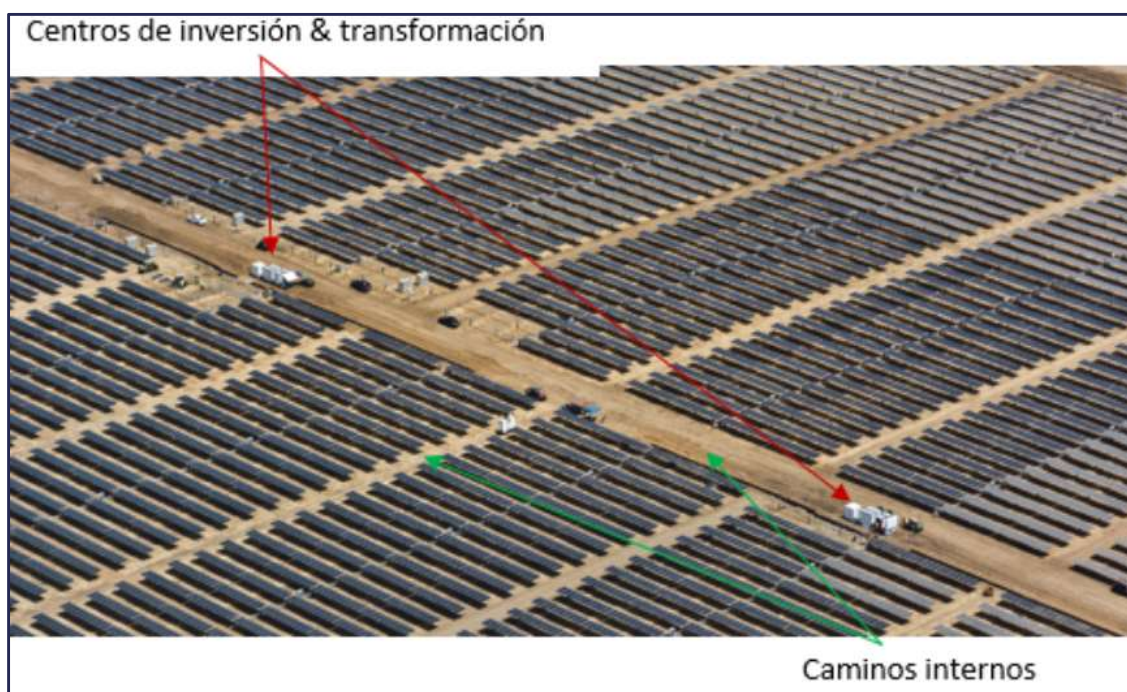


Figura II.4. Caminos internos

D. MOVIMIENTO DE TIERRA POR LA EXCAVACIÓN DE ZANJAS DE DRENAJE

Dentro de las actividades de preparación del terreno se contempla la excavación de zanjas de drenaje esto para evitar encharcamientos de agua en la época de lluvias que pudiera afectar la infraestructura que se establecerá. Estas zanjas de drenaje tendrán la función de dar dirección a los escurrimientos fluviales fuera del área del proyecto evitando encharcamientos y afectación a las estructuras de soporte.

II.3.1.2 Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto

Las obras y actividades provisionales que se requieren para la ejecución del proyecto se establecerán dentro del área considerada para la ejecución del proyecto y en ningún momento se afectarán áreas aledañas, dicha infraestructura provisional será retirada al final de la etapa de construcción:

- **Camino de acceso:** Para el acceso a la planta fotovoltaica "Helios Solar", el proyecto contempla la rehabilitación de un camino rural existente y su derecho de vía por el cual



corre la línea de interconexión, el cual inicia en la Central Fotovoltaica y termina en la subestación de maniobras, en el punto de interconexión del proyecto.

- **Campamentos:** No se establecerán campamentos en el área del proyecto, ya que el personal operativo será contratado preferentemente en la población aledaña, por lo que al término de la jornada de trabajo se desplazará a su lugar de residencia, así como tampoco se prepararán alimentos en el área.
- **Instalaciones sanitarias:** Se instalarán 16 sanitarios portátiles, para evitar la contaminación del suelo y los escurrimientos de agua durante la época de lluvias, por la dispersión de heces fecales. El manejo de los sanitarios y la disposición final de los residuos sanitarios estará a cargo de la empresa prestadora del servicio, a fin de evitar la disposición inadecuada de éstos.
- **Oficina y caseta de vigilancia:** Se contará con 10 casetas de obra 6 x 2.4 m con 2.6 metros de altura, para distintos usos administrativos, entre los que se encuentra la caseta de vigilancia con el objetivo de tener un control de entradas y salidas, se ubicará cerca de la entrada a la planta, la cual contará con dimensiones.
- **Área de almacén de materiales de construcción (Casetas de acopio):** Se establecerá 6 casetas de acopio, que cumplirán la función de almacenamiento temporal de los diferentes materiales que se emplearán en la construcción, así como para resguardar las estructuras que se instalarán para el funcionamiento de la Planta.
- **Almacén de residuos peligrosos:** Se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos dentro del área del proyecto para que se dispongan temporalmente los residuos que ocasionalmente llegarán a generarse en las actividades de construcción (trapo impregnado de combustible y grasa, aceite usado, etc.), los cuales permanecerán ahí hasta que la empresa contratada para su disposición final los recoja; este almacén contará con piso de cemento y techo de lámina galvanizada, así como paredes de malla ciclónica y una canaleta perimetral que permita coleccionar los residuos líquidos en caso de derrame incidental. Es necesario hacer énfasis en que no se generará residuos peligrosos en las diferentes actividades del proyecto, sin embargo, se contempla la construcción de este almacén en la etapa de preparación del sitio y construcción para estar preparados en caso de cualquier eventualidad.
- **Mantenimiento de maquinaria y equipo:** El mantenimiento de la maquinaria y equipo a emplear, estará a cargo de la empresa que lo rente, la cual se encargará de llevarlo a talleres concesionados para tal fin, de tal manera que la maquinaria se encuentre en óptimas condiciones en el área del proyecto, a fin de evitar la contaminación del suelo y los escurrimientos superficiales durante la época de lluvias, por posibles derrames de residuos peligrosos.

La relación de la maquinaria que se empleara durante las diferentes etapas del proyecto es la que se enlista a continuación:

VEHÍCULOS, MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD
Bus-Minibús	7
Grúa horquilla grande	2
Grúa horquilla pequeña	4
Telescópica	5



VEHÍCULOS, MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD
Motoniveladora	2
Vibrocompactador	4
Termocompactador	5
Retroexcavadora-retropala	5
Cargador frontal	5
Maquinaria hincado	10
Camiones de concreto grandes (revolvedora)	2
Camiones de concreto pequeños (revolvedora)	5
Camiones tolva	3 5
Camiones cisterna	2
Camionetas 4x4	17
Otros: enrollador de cable, poleas, uniones, niveles, taquímetros, portacarretes	Variable

Tabla II.15. Maquinaria e utilizar en el proyecto

II.3.1.3 Construcción

Durante esta etapa se realizarán las actividades de instalación de infraestructura que consistirá en la fijación y armado de las estructuras de soporte de los paneles solares y su colocación, así como la construcción de las instalaciones eléctricas como las cajas de conexión de baja y media tensión, el cableado de corriente continua, centros de inversión, es decir, todos los equipos necesarios para el funcionamiento de la Planta fotovoltaica, incluyendo la construcción del edificio de operación y mantenimiento, subestación eléctrica elevadora y subestación eléctrica seccionadora.

- **Valla perimetral y sistema de seguridad:** El cercado perimetral consistirá en la instalación de un cerco formado por apoyos metálicos galvanizados para que sirvan de soporte de la malla de alambre hexagonal también galvanizada con una altura aproximada de 2 m, finalizada con tres filas de alambre de púa.

El cerco perimetral se instalará con la finalidad de evitar el ingreso de personas ajenas al proyecto, así como animales de tallas grandes. En este cercado también se instalará un sistema de seguridad con cámaras infrarrojas, las cuales serán monitoreadas desde el edificio de operación y mantenimiento.

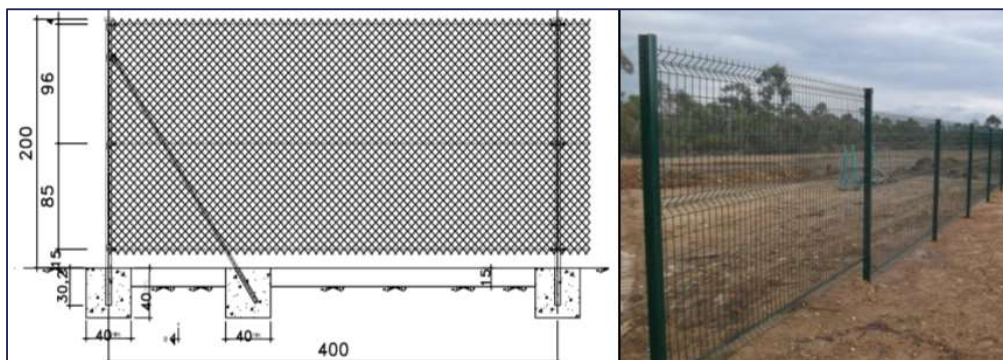


Figura II.5. Cercado perimetral del área del proyecto



Instalación de la Red de Media Tensión (MT)

- **Apertura de zanjas para la canalización de cableado:** Se realizará la excavación de zanjas para canalizar el cableado de media tensión, las dimensiones de las zanjas varían entre 0.4 m y 1.5 m de ancho y 0.5 m de 1.5 m de profundidad, lo cual se determina dependiendo de las características eléctricas y térmicas del suelo, el material excavado se incorporará nuevamente en la zanja para cubrir el cableado instalado.
- **Instalación de cableado MT:** El cableado, será enterrado directamente (sin ducto), y sobre él se pueden incorporar camas de arena para proteger a los conductores si las características del terreno no son las apropiadas. Cabe mencionar que, si es necesario, se optará también por arar los cables eliminando la necesidad de la apertura de las zanjas.

Instalación de la Red de Baja Tensión (BT)

- **Apertura de zanjas para la canalización de cableado:** Igual que se hizo para el cableado de Media tensión, se realizará la excavación de zanjas para canalizar el cableado de baja tensión, siendo las dimensiones de las zanjas iguales que las anteriores, las cuales varían entre 0.4 m y 1.5 m de ancho y 0.5 m de 1.5 m de profundidad, lo cual se determina dependiendo de las características eléctricas y térmicas del suelo y el material excavado se incorporará nuevamente en la zanja para cubrir el cableado instalado.
- **Instalación de cableado BT:** El cableado, será enterrado directamente (sin ducto), y sobre él se pueden incorporar camas de arena para proteger a los conductores si las características del terreno no son las apropiadas. Cabe mencionar que, si es necesario, se optará también por arar los cables eliminando la necesidad de la apertura de las zanjas.

Instalación de Sistema de Seguidores Mecánicos

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre estructuras móviles llamadas seguidores mono-axiales. Los cuales dan seguimiento automático de Este a Oeste, siguiendo la trayectoria del sol a lo largo del día mediante un algoritmo de control, lo cual le da la capacidad para capturar un 20 % más de la radiación del sol que un sistema de estructura fija.

La estructuración de dichos seguidores se da a través de filas de pilares que soportan al sistema. Los pilares pueden ser instalados mediante fundaciones perforadas y hormigonadas en el sitio o mediante un hincado de pilares dependiendo de las características del terreno. Los pilares soportarán el tubo de rotación en el cual se instalarán los módulos fotovoltaicos. Además, llevan un sistema de backtracking que permite evitar sombras propias entre filas y aumentar el rendimiento.

La rotación de los tubos seguidores se activará mediante un mini motor instalado en cada seguidor serie capaz de mover una superficie de estructura de retículas de unos 180m² de módulos o 30-35 kWp en función de la potencia del modelo instalado (strings de más de 3.000 m² de módulos o 500 kWp).



Figura II.6. Instalación de tubos de rotación

- **Hincado de postes:** La cimentación se realizará para el soporte de las estructuras (trackers) sobre los que se colocarán los módulos o paneles, consistirán en postes hincados o pilotes resistentes a los esfuerzos de tracción y compresión; el elemento resistente del pilote es una armadura de forma tubular que se coloca en el taladro con roscado o soldadura de los diferentes tramos.

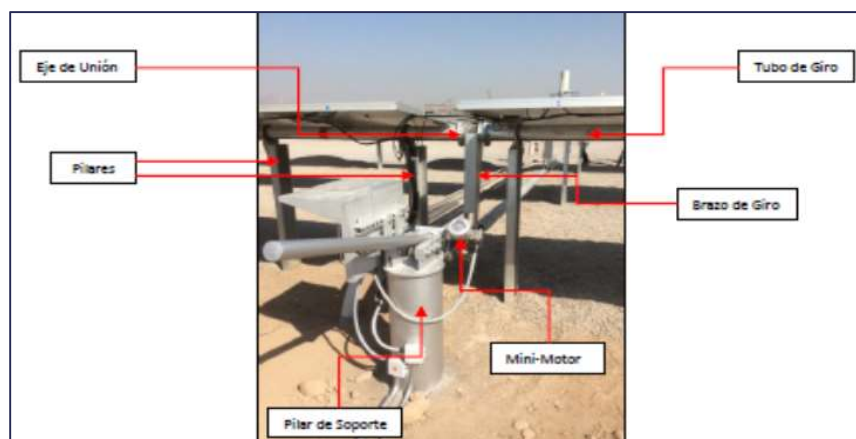


Figura II.7. Estructura de soporte

Instalación de módulos o paneles solares (Generador Fotovoltaico):

Los módulos o paneles serán de silicio cristalino, los cuales cumplirán con los estándares que aplican en México y que las células que componen los módulos serán de alta eficiencia. Estos son agrupados en series, cada uno de ellos, es capaz de generar corriente continua de baja tensión la cual, es colectada en serie para ser transportada a los inversores y transformadores de media tensión.

La durabilidad de los módulos estará garantizada gracias al cristal templado frontal de 3.2 mm de espesor y a su marco metálico de aluminio anodizado con orificios de drenaje lo que permite resistir las cargas de vientos a las que es sometido.



Los módulos estarán respaldados por certificados de calidad y garantías que permiten que el módulo elegido disponga de garantía de potencia del 90% durante los 10/12 primeros años, y garantía de potencia del 80% durante los 25 primeros años. La planta contará con un total de 575,064 módulos aproximadamente.



Figura II.8. Módulos sobre los seguidores solares

Los módulos serán sujetos mediante el remachado del marco del módulo fotovoltaico a una pieza de sujeción ubicada en el tubo de rotación.

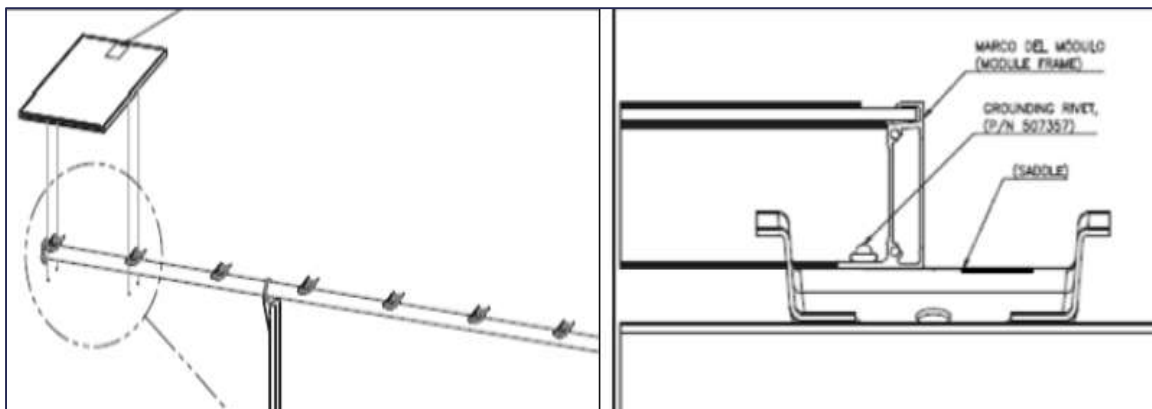


Figura II.9. Montaje de los módulos sobre los seguidores solares

Instalación eléctrica:

Cableado de corriente continua: La energía producida por los módulos en corriente continua será transportada a los inversores a través de una red de cableado realizado con cable solar de 2 x 16 mm Cu XLPE 0.6/1 kV y conectores normalizados creando una red de strings hasta las cajas de conexión de nivel 1.

A cada caja de conexión nivel 1 se conectará el cableado de varias series de strings de módulos, cada uno según el diseño eléctrico del unifilar, por lo que cada caja tendrá varias entradas con fusible de protección por entrada. La caja será con grado de protección IP65. Dispondrá de seccionador



manual y con rearme automático y descargador de sobretensiones automático a tierra, sistema de comunicaciones de datos vía RS485.

El cableado de salida de las cajas de nivel 1 hacia las entradas del inversor se calcula para asegurar una caída de tensión máxima de 0.8% en la parte de la corriente continua. Este cableado discurrirá directamente enterrado en zanjas, con una profundidad recomendada de 100 cm y sobre lecho de arena de al mínimo 10 cm con cubrición de otros 10 cm. Siempre se atenderá a la normativa de baja tensión (BT) aplicable.

Se contempla la construcción de cruzamientos subterráneos y aéreos en el proyecto.

- **Subterráneos** serán sobre una zanja de 1.00 m de ancho por 1.50 m de fondo donde se instalarán tres cables de sección 4/0 + cable de tierras de sección 2/0 AWG + una fibra óptica monomodo de 12 haces, con su respectiva protección mecánica para soportar el paso superior de vehículos.
- **Aéreos**, serán mediante una línea aérea de un circuito 1 conductor por fase cable ACSR 477 Hawk/kcmil + cable de guarda + una fibra óptica monomodo de 12 haces con postes de concreto.

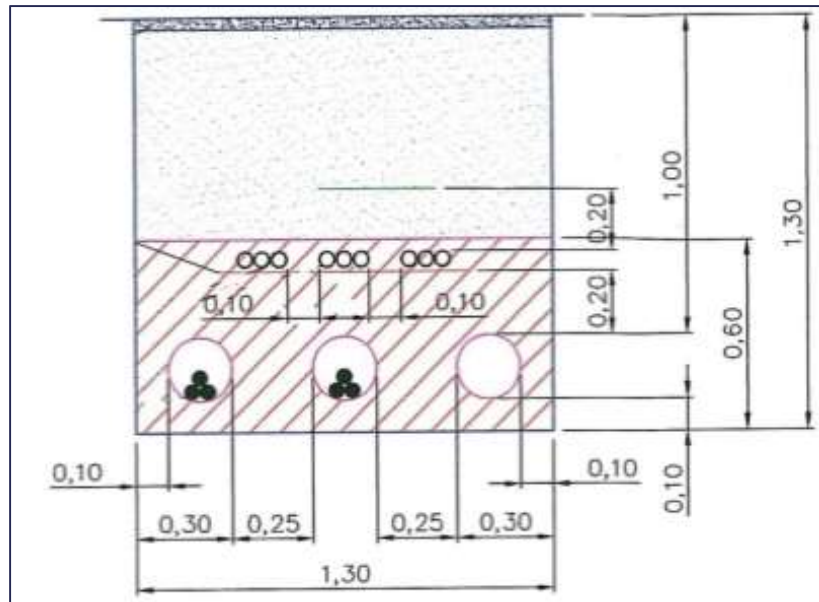


Figura II.10. Zanjas para la colocación de cableado

Instalación de centros de inversión y transformación o estaciones de conversión eléctrica:

El sistema de conversión de corriente continua a alterna se realiza a través de los inversores. Se utilizarán inversores de gran potencia a los cuales se podrá conectar 3 MWp de paneles o más. Estos inversores van integrados en unos centros de inversión y transformación.

Los paneles fotovoltaicos son conectados en serie por cables de aluminio, los cuales son agrupados en cajas de combinación. Las cajas de combinación son agrupadas mediante conductores únicos en



corriente continua (DC), los cuales se encuentran dispuestos en una bandeja o canaleta abierta y continúan, pero ahora son enterrados sin ninguna protección.

Los conductores de aluminio viajan hacia los "centros de inversión y transformación" ya que estos contienen los inversores DC/AC, sistemas de comunicación y transformadores de forma integrada conformando un solo componente.

Los centros de inversión y transformación serán instalados como una serie de edificaciones prefabricadas las que permitirán la operación de la planta fotovoltaica por lo que no requieren materiales de construcción para su estructura. Estos serán transportados en camiones al sitio e instalados a través de una grúa.

Para la instalación de los centros de inversión y transformación se requiere de la construcción o adaptación de una base de grava o una viga/collar de hormigón. La determinación del tipo de fundación será verificada de acuerdo con las condiciones del terreno. La superficie basal de dichos componentes es de 15 metros de largo y 4 metros de ancho.



Figura II.11. Centros de inversión y transformación

- **Conexión directa a tierra:** Se realizará la conexión directa a tierra para que el sistema permita la desconexión y reconexión automática cuando los valores de tensión y frecuencia se encuentren fuera de los límites seleccionados. Además, puede hacerse de forma remota por la compañía gestora de la red, mediante telemando por fibra óptica.
- **Instalación de transformadores:** Se instalarán los transformadores cuya función es limitar las pérdidas en la red eléctrica transformando la corriente de baja tensión, entregada por los inversores, a media tensión.

Las celdas de media tensión, contadores y telemando irán albergadas en la misma caseta de transformadores, ya que cada sala contará con entrada independiente. El consumo de energía de



las casetas se efectuará a través de la línea de servicios auxiliares, desde el punto de conexión de la Comisión Federal de Electricidad.

Las ventajas del uso de transformadores son:

- Mejora el rendimiento económico al contar con un valor elevado de potencia pico por inversor.
- La instalación de más de un inversor permitirá una mayor eficiencia, ya que en caso de fallo, la planta seguirá produciendo energía.



Figura II.12. Transformador y celdas de media tensión

Construcción de la subestación eléctrica elevadora:

Se construirá una Subestación elevadora, la cual ocupará una superficie de 0.5 ha aproximadamente.

El transformador de la subestación elevadora tendrá una potencia de alrededor de 150 MVA. El aceite de los transformadores no se cambia. Se realizarán análisis de sus propiedades cada 3 años aproximadamente y si es necesario se trata localmente sin necesidad de generar residuos. En el caso de vertido accidental, por rotura del transformador, se dispone de un foso de recogida de aceite y de un depósito diseñado bajo lo establecido en las normas oficiales aplicables (NOM001-sede 2012 general, NOM113 ECOL cap. 4.3 y 4.3.3 ambiental y CFE DCDSET01 23 y 24 de CFE, todas normas mexicanas) cuya capacidad es de un 120% de la capacidad total del transformador (por si además hay agua de lluvia) que no está conectado con el sistema de saneamiento de la subestación. La retirada del aceite se hace por extracción con bomba hasta la cisterna de un camión que se encarga de llevarlo a reprocesar.

El sistema de tierra utilizado será mediante rejilla de 1mx1m realizada por cable desnudo de cobre de 35 mm² a 0,5 m de profundidad y con soldaduras tipo Caldwell tanto para formar la malla como para la conexión de estructuras y elementos metálicos de la instalación según normativa.

El grupo electrógeno, dispondrá de bandeja metálica bajo el grupo para la recogida de vertidos accidentales de combustible o aceite.



Características de la Subestación elevadora.

- a. **Número de transformadores y relación de transformación:** La relación de transformación será de 34.5 kV hasta 230 kV
- b. **Número de fases y capacidad:** 3 fases de 120 % de capacidad
- c. **Número de alimentadores:** El número de alimentadores estará vinculado con la capacidad de transporte de las líneas correspondientes que a su vez está determinada por la tensión del lado de MT de los transformadores: el número de anillos empleado dependerá del voltaje de tensión.
- d. **Características de diseño de la barda perimetral:** Barda perimetral de alambre galvanizado de 2 metros de altura.
- e. **Sistema de tierras:** Se realizará la conexión directa a tierra para que el sistema permita la desconexión y reconexión automática cuando los valores de tensión y frecuencia se encuentren fuera de los límites seleccionados. Además, puede hacerse de forma remota por la compañía gestora de la red, mediante telemando por fibra óptica.

f.

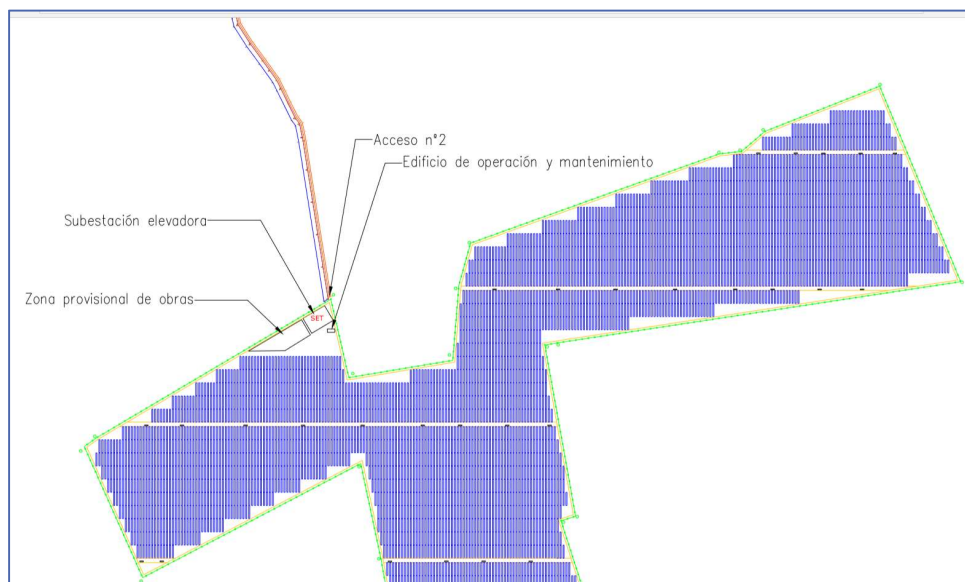


Figura II.13. Ubicación de la subestación elevadora dentro del área del proyecto

Edificio de operación y mantenimiento:

Se construirá un edificio de control y mantenimiento, el cual se ubicará cerca de la entrada al parque fotovoltaico, en él se instalarán procesadores, monitores, protecciones, etc., del sistema de control y seguridad, así como equipos de comunicación que funcionarán durante toda la operación de la planta. Dicho edificio contará con una superficie de 300 m² aproximadamente, cumpliendo la función de oficina, sala de reuniones, almacén, etc.

Dentro del edificio de operación y mantenimiento, la producción de energía será monitorizada permanentemente a través de un sistema de monitorización de tipo SCADA que integra todos los datos de todos los equipos con el sistema de comunicaciones.

Construcción de la Línea de interconexión



La línea de interconexión de 230kV se compone de un circuito, 1 conductor por fase 1113 Bluejay/kcmil + cable de guarda + 2 cables de fibra óptica monomodo de 24 haces, para la interconexión de la planta, donde la línea estará sostenida por postes troncocónicos. La línea de interconexión se instalará sobre el derecho de vía actual de un camino rural existente.

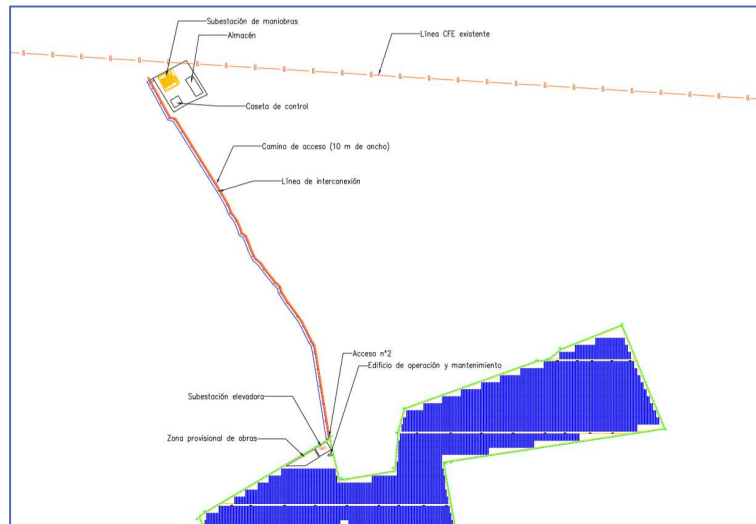


Figura II.14. Ubicación de la línea de interconexión del proyecto.

Construcción de la subestación de maniobras

La función de la subestación de maniobras es seccionar la Línea de Transmisión, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, donde se pretende interconectar la planta solar, para inyectar la energía generada por la planta solar a la Red Nacional de Transmisión.

II.3.2 Operación y mantenimiento

a) Descripción general del tipo de servicios que se brindarán en las instalaciones

El desarrollo del proyecto, su línea de interconexión y camino de acceso, se construirá en el Municipio de Pinos, Zacatecas, la operación del parque permitirá el aprovechamiento de la irradiación solar mediante un sistema fotovoltaico cuyo funcionamiento es debido a la instalación de paneles solares, los cuales se encargan de transformar la energía solar en energía eléctrica, dicha energía será suministrada a la red de la Comisión Federal de Electricidad para su entrega a los distintos usuarios. Todo anterior favoreciendo la producción de energía limpia y renovable que contribuirá al abastecimiento energético en nuestro país, lo cual ayuda a la disminución del uso de energías contaminantes.

Descripción del funcionamiento de la planta: El parque fotovoltaico operará a través de un sistema de seguimiento horizontal, el cual realiza el seguimiento del sol sobre un eje horizontal con los módulos dispuestos en estructuras metálicas o parrilla.

El seguidor se compone de una barra actuadora la cual transmite el movimiento a varias filas horizontales sobre los que se apoyan los módulos fotovoltaicos. El actuador está situado en una posición E-O y las filas de los módulos en dirección N-S las cuales tendrán un ángulo de giro máximo aproximado de 60°.



El sistema de control de seguimiento está programado con algoritmos de seguimiento astronómico de la trayectoria solar.

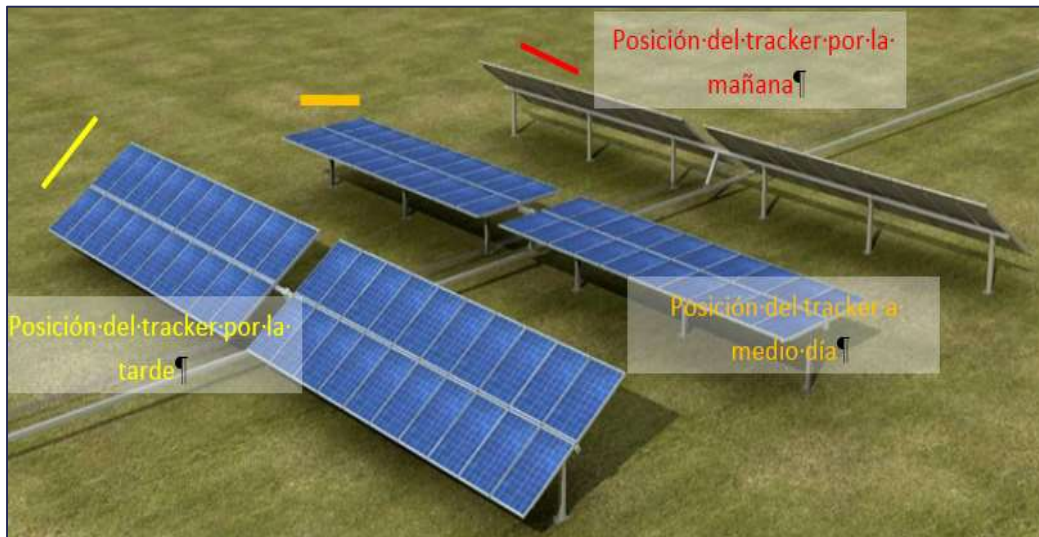


Figura II.15 Movimiento del sistema de seguimiento mecánico.

b) Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos.

La etapa de operación y mantenimiento consistirá propiamente en la operación y el mantenimiento de los equipos e instalaciones. Cabe mencionar que el mantenimiento de los equipos no se realizará de manera constante debido a que el funcionamiento de los equipos es de libre mantenimiento y cuenta con garantías muy amplias para su operación, por lo que se enfocará más que nada a la supervisión la cual sí se realizará de manera periódica y constante para verificar el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos y de servicio.

El mantenimiento será preventivo y predictivo, los cuales consisten en lo siguiente:

- **Preventivo:** El mantenimiento preventivo de la planta comprenderá una inspección incluyendo como parte de la inspección las siguientes actividades:
 - Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos de la Planta.
 - Verificación del estado de los módulos, desde un punto de vista eléctrico y mecánico.
 - Limpieza regular de manchas que puedan generar puntos calientes en módulos
 - Revisión de los inversores (display, conexiones, protecciones, aspectos externos, etc.).
 - Verificación de los elementos de seguridad y protecciones.
 - Revisión del cableado, conexiones, terminales, etc.
 - Revisión de los equipos de medida.
 - Revisión de condiciones de aislamiento y de los centros de transformación y de cualquier otro elemento utilizado para la conexión a red de la Planta.
 - Mantenimiento de todas las áreas de uso común de la Planta.

Las actividades de mantenimiento preventivo se llevarán a cabo dos veces al año (conforme a las indicaciones de los suministradores de equipos).



- **Predictivo:** El mantenimiento predictivo de la planta consistirá en basarse sobre lecciones aprendidas y conclusiones de análisis de fallos de equipos, sacadas de experiencias en otras plantas solares, para anticipar el cambio o la reparación de piezas mecánicas o de cualquier equipo de la planta solar.

La etapa de operación y mantenimiento será permanente, durante toda la vida útil del proyecto.

Durante la etapa de operación del Parque Fotovoltaico, sólo se generarán residuos sólidos urbanos que generarán los operarios de la planta (envases de cartón, plástico, vidrio, aluminio, etc.).

Para el manejo adecuado de los residuos sólidos a generar, se establecerán contenedores en forma estratégica dentro de la planta, los cuales serán retirados en forma periódica por el servicio de limpieza de los Municipios de Pinos o por una empresa particular contratada, que se encargará de realizar la disposición final de éstos.

Así mismo se generarán aguas residuales producto de los sanitarios portátiles que se instalarán para el uso del personal operativo. La limpieza de los sanitarios portátiles y la disposición final de las aguas residuales estará a cargo de la empresa que brinde el servicio.

c) Tipo de reparaciones a sistemas y equipos

Corresponde al mantenimiento de tipo correctivo, el cual incluye los trabajos de reparación y/o sustitución de equipos para el correcto funcionamiento de la Planta.

- Análisis de daños
- Reparaciones, modificaciones, sustituciones.

d) Especificar si se pretende llevar a cabo control de malezas y fauna nociva, describiendo los métodos de control.

El único mantenimiento que se realizará será la poda de herbáceas que llegaran a brotar en el área donde se ubiquen los paneles solares, estas actividades se realizarán conforme se presente la necesidad de realizarlas.

II.3.3 Requerimientos de personal e insumos

II.3.3.1 Personal

II.3.3.1.1 Preparación del sitio y construcción

Durante la preparación del sitio y construcción se requerirá la contratación de trabajadores, durante las semanas que dura esta etapa. En la siguiente tabla se desglosa el personal requerido por especialidad.

Especialidad	Empleados
Dirección de obra	Albañiles
Electricistas	Ayudantes de construcción
Mecánicos	Conductores
Encargados de obra	Operadores de equipos portátiles livianos y pesados

Tabla II.16. Empleados por especialidad



II.3.3.1.2 Operación y mantenimiento

Se requerirá la contratación permanente de trabajadores durante la etapa de operación del proyecto, además se contratarán personas de forma adicional y temporal para algunos trabajos de mantenimiento.

Especialidad	Especialidad
Personal de vigilancia	Gestor social
Supervisores remotos	Mantenimiento preventivo

Tabla II.17. Empleados para la operación y mantenimiento

II.3.3.2 Hospedaje

II.3.3.2.1 Preparación del sitio y construcción

La mayor parte del personal que se contrate será de las localidades más cercanas. En ocasiones, por la necesidad del tipo de actividad, se ocupará gente calificada (topógrafos, ingenieros, etc) los cuales se hospedarán en las localidades más cercanas al proyecto.

II.3.3.2.2 Operación y mantenimiento

Durante la operación y mantenimiento, no se requerirán servicios de hospedaje ya que los trabajadores serán de las localidades cercanas. En caso de requerirse, existe hospedaje en el Municipio de Pinos.

II.3.3.3 Alimentación

II.3.3.3.1 Preparación del sitio

Se instalará un comedor que dará servicio a los trabajadores durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

II.3.3.3.2 Operación y mantenimiento

Al ser pocos trabajadores para la operación y mantenimiento de la planta fotovoltaica, cada trabajador se verá responsable al traer sus alimentos durante la jornada laboral.

II.3.3.4 Agua

II.3.3.4.1 Preparación del sitio y construcción

El proyecto no aprovechará agua subterránea, se utilizará agua purificada de garrafón para el consumo del personal, la cual se adquirirá en establecimientos comerciales. El consumo se estima alrededor de 2.5 L de agua por una jornada de 8 horas, por lo tanto, la cantidad de agua requerida estará en función del número de trabajadores laborando.

Para la adquisición de agua cruda para la construcción del proyecto se realizará la contratación del servicio de provisión y transporte del insumo. El agua será transportada al área de construcción por medio de pipas y ésta se obtendrá de los sitios que tengan la concesión de aprovechamiento correspondiente, o bien, de lugares que las autoridades municipales indiquen.

Etapa	Agua	Volumen mensual	Consumo ordinario		Observaciones
				Origen	
Preparación del sitio y construcción	Cruda o tratada	350 m3	Contratación del servicio de provisión y transportación a empresas que cuenten con	Suministrado por camiones cisternas (pipas de agua)	



Etapa	Agua	Volumen mensual	Consumo ordinario	
			Origen	Observaciones
			la concesión o bien de lugares que la autoridad municipal indique.	
	Potable	26 m3	Agua purificada de garrafón adquirida en establecimientos comerciales	
		52.5 m3	Agua potable para uso de los trabajadores, suministrada por pipas y almacenada en tanques de 2,000 litros	
				Preparación de alimentos y aseo del personal

Tabla II.18. Requerimientos de agua necesaria para la preparación del sitio y construcción

II.3.3.4.2 Operación y mantenimiento

Para la operación y mantenimiento se requerirá agua para el consumo de los trabajadores, además se utilizará agua desionizada para la limpieza de los paneles. En la siguiente tabla se especifican los volúmenes requeridos para la operación y mantenimiento del proyecto.

Etapa	Agua	Volumen mensual	Consumo ordinario	
			Origen	Observaciones
Operación y Mtto.	Cruda o tratada	N/A	-	No se requiere
	Potable	0.75 m3	Agua purificada de garrafón adquirida en establecimientos comerciales	Estimado 2.5 L por trabajador, en una jornada de 8 horas
	Agua desionizada aditivos	650 m3	Suministrada por medio de pipas (camiones cisternas) por empresas autorizadas	Este volumen se utilizará cada vez que se lleve a cabo la limpieza de los paneles. Almacenado en tanques de 200 Litros.

Tabla II.19. Requerimientos de agua necesaria para la operación y mantenimiento

II.3.3.5 Residuos

Residuos peligrosos: No se generarán residuos peligrosos en el área del proyecto dado que no se realizará el mantenimiento de la maquinaria a emplear en el área del proyecto. En caso de requerirse mantenimiento, ésta se llevará a talleres concesionados para realizar su mantenimiento.

En caso de generarse residuos peligrosos, como estopas impregnadas con solventes, esmaltes o grasas, éstas serán dispuestos de manera temporal en un almacén de residuos peligrosos a establecerse en el área, para posteriormente ser trasladados por una empresa autorizada, que en su caso será contratada, para su disposición final.

Se efectuarán acciones encaminadas a la sensibilización del personal contratado y se capacitará a dicho personal respecto a la recolección y separación de estos residuos.

Residuos no peligrosos: Los residuos no peligrosos que se generarán durante las actividades de preparación del sitio, corresponderán a la vegetación y suelo que se removerán durante las actividades de limpieza en el área.



El material vegetal que no pueda ser aprovechado como leña, producto del desmonte será acumulado en un área específica dentro del predio, a fin de ser utilizado en las actividades de restauración de las áreas propuestas.

El material residual de la limpieza del predio (tierra y piedras) será utilizado para la nivelación del terreno en áreas donde se ubican pequeños desniveles. En dado caso de existir sobrantes, se contratará a una empresa autorizada para que realicen el traslado y disposición final en sitios autorizados. Se generarán residuos sólidos urbanos que podrá generar el personal operativo durante todas las etapas del proyecto, como son: envases de vidrio, plástico, papel, cartón, etc.

TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (TON/MES)
Escombros de metal	1
Madera	0.8
Otros	3
Total	4.8

Tabla II.20. Estimación de residuos sólidos urbanos

En la etapa de construcción e instalación del Parque fotovoltaico, así como en la etapa de operación y mantenimiento, se generarán residuos sólidos provenientes de empaques de insumos, principalmente cartón y papel, plástico y madera. Los cuales podrán ser separados para ser reutilizados.

TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (TON/MES)
Papel	0.4
Orgánicos	0.5
Otros	0.5
Total	1.4

Tabla II.21. Otros residuos no peligrosos a generar

En todas las etapas también se generarán residuos orgánicos (provenientes de la comida).

Estos residuos serán depositados en contenedores metálicos de 200 lts con las leyendas de orgánicos e inorgánicos, posteriormente los inorgánicos serán separados en reciclables y no reciclables, donde los primeros serán llevados a alguna empresa recicladora que se encargará de su manejo para darles un nuevo uso, el resto de los residuos serán llevados al Relleno Sanitario Municipal para su disposición final.

Residuos líquidos: Los residuos líquidos serán los generados por los servicios de sanitarios, estos servicios serán rentados a empresas especializadas que se encargarán de la limpieza, manejo y disposición final de los residuales.

Emisiones a la atmósfera: Durante las actividades de preparación del sitio y construcción e instalación de infraestructura se generará la dispersión de partículas sólidas (polvos) por la acción del viento, debido al desplazamiento de la maquinaria y vehículos de transporte de materiales, ya que no existen flujos de aire en la maquinaria a utilizar en las actividades de construcción que propicien la dispersión de partículas, por lo que ésta se dará únicamente por la velocidad natural del aire, cuando ésta sea mayor a la velocidad de sedimentación de las partículas del material. Sin embargo, éstas tenderán a sedimentarse sobre la misma área del proyecto y por lo tanto no existirá dispersión de partículas a grandes distancias, que afecten a poblaciones aledañas.



Cabe resaltar que las partículas sólidas (polvos) que se generarán por la acción del viento, no son tóxicas y la cantidad de emisión, estará en función de la dirección y velocidad del viento, además de que serán mitigadas con la aplicación de riegos (contratación de pipas).

Otras emisiones que se generarán en forma temporal corresponden a gases de combustión (bióxido de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, hidrocarburos y partículas suspendidas) producidos por la combustión del diésel en los vehículos y maquinaria que se utilizará para las actividades de construcción. Sin embargo, éstas serán mínimas debido a la pequeña cantidad de maquinaria que se utilizará, así como en la zona existe una alta capacidad de dispersión de contaminantes, por ubicarse en un terreno de plano a ligeramente ondulado. Además, a la maquinaria que se llegase a emplear se le realizará mantenimiento periódico para que se encuentre en óptimas condiciones y verificar que las emisiones se encuentren dentro de los rangos permisibles de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables.

Las emisiones de ruido durante la ejecución del proyecto son las producidas por la maquinaria y equipo de construcción, estas emisiones son poco significativas ya que serán temporales e intermitentes. Se vigilará que los niveles de estas emisiones se ajusten a la NOM-080-SEMARNAT-1994. En la siguiente tabla se indican los residuos a generar en las diferentes etapas del proyecto, su clasificación y la disposición final de los mismos:

RESIDUO	ETAPA	ESTADO	CLASIFICACIÓN	RECICLAJE	DISPOSICIÓN
Residuos vegetales producto del desmonte (material no aprovechable por los propietarios).	Preparación del sitio	Sólido	Orgánico / No Peligroso	Reutilizable	Trituración e incorporación a la superficie del proyecto
Suelo y piedras producto de la limpieza del predio y nivelaciones.	Preparación del sitio y Construcción	Sólido	Orgánico / No Peligroso	Reutilizable	Relleno para nivelación de otras áreas del proyecto.
Residuos sólidos urbanos.	Preparación del sitio, Construcción y Operación.	Sólido	Orgánico / Inorgánico / No Peligroso	Reciclable y No Reciclable	Reciclables: Empresa recicladora.
Residuos de la construcción	Construcción	Sólido	Inorgánico / No Peligroso / Manejo Especial	Reciclable y No Reciclable	Metales: Empresa recicladoras.
Aguas residuales (Sanitarias).	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Líquidos	Orgánico / Manejo Especial	No aplica	Letrinas portátiles.
Emisión de partículas de polvos.	Preparación del sitio y Construcción	Sólido	Inorgánico / No Peligroso	No aplica	Atmósfera
Emisiones de maquinaria.	Preparación del sitio y Construcción	Gaseosos	Inorgánico / No Peligroso	No aplica	Atmósfera
Generación de ruido.	Preparación del sitio y Construcción	No aplica	No aplica	No aplica	Atmósfera

Tabla II.22. Disposición final de los residuos



II.3.3.6 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

El manejo de los residuos sólidos urbanos se realizará a través de la colocación de contenedores de manera estratégica en el área del proyecto, los cuales tendrán una capacidad de 200 litros y se les colocará una leyenda que indique "Orgánicos" e "Inorgánicos". Estos residuos serán clasificados para su disposición final como basura o materiales reciclables, y serán transportados periódicamente a una empresa recicladora y al basurero municipal de Pinos, según sea el caso.

En el área del proyecto se contará con un almacén temporal de residuos, en el cual se acopiarán todos los residuos para su clasificación, además estará acondicionado en un área especial para el almacén de residuos peligrosos, ya que aunque no se prevé generarlos, se estará preparado para cualquier imprevisto, y en caso de generarse se dispondrán en tambos de 200 litros de capacidad con su respectiva tapa y se contratará a una empresa autorizada para que realice la disposición final de los mismos.

Este almacén contará con las siguientes características.

- Postes y malla ciclónica que delimiten el área del Almacén.
- Techo de lámina que evite el paso del agua de lluvia.
- Piso impermeable, preferentemente de concreto con un desnivel hacia el centro del Almacén donde se encontrará un pequeño cárcamo que acopiará cualquier sustancia que accidentalmente pudiera derramarse.
- Un contenedor en buen estado por cada tipo de residuo, cada contenedor estará debidamente etiquetado y con su tapa correctamente sellado.
- Un extintor debidamente colocado y señalizado.
- Letreros de señalamiento restrictivos alusivos a las precauciones que se deberán tomar con respecto al Almacén, como son, No Fumar, Prohibido el paso, entre otros.

No se generarán aguas residuales en el área del proyecto, ya que se rentarán letrinas prefabricadas, cuya limpieza y mantenimiento estará a cargo de la empresa prestadora del servicio, la cual se encargará de la disposición final de los residuos generados.

II.3.4 Generación de gases efecto invernadero

II.3.4.1 Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H₂O, CO₂, CH₄, N₂O, CFC, O₃, entre otros

El proyecto es una planta solar fotovoltaica por lo tanto no tiene generación de gases efecto invernadero, al contrario, evita la emisión de estos en la generación de energía eléctrica.

II.3.4.2 Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

El proyecto es una planta solar fotovoltaica por lo que tampoco disipará energía al momento del desarrollo porque una vez terminado genera energía.

II.3.5 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El proyecto se ha considerado para una vida útil de 42 años, para lo cual es importante la realización de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. Sin embargo, la vida útil del proyecto puede ser ampliada, ya que las tecnologías pueden actualizarse lo cual permitiría la renovación de los equipos conforme a la operación, rendimiento y retorno del capital que brinde el proyecto.



En caso de que termine la vida útil del proyecto, dado que el suelo no sufrió alteraciones en su estructura ni composición, se procederá a retirar del sitio todas las estructuras, paneles solares, equipo e instalaciones eléctricas que llegaran a instalarse para el funcionamiento de la planta, y permanecerían las características naturales del área.

Las actividades a realizar para el desmantelamiento de la infraestructura se realizarán en un periodo de 1 año, a continuación, se describe en qué consiste cada una:

- **Desenergización y desconexión:** Se procederá a la desconexión manual de todo el equipamiento eléctrico, para posteriormente retirar las estructuras y equipos de las subestaciones, así como equipos y conductores de la línea de interconexión.
- **Desmantelamiento de las instalaciones:** Consistirá en el vaciado de los equipos de control existentes en el edificio de control para su posterior derribo y el desmantelamiento de las estructuras de soportes y del resto de los equipos. Tanto las estructuras como los equipos serán apilados en un lugar destinado para ello, desde el que serán cargadas a un camión para su transporte definitivo a una empresa autorizada para su correcto tratamiento y reutilización.

Las zanjas excavadas serán rellenas con suelo sedimentario, el cual se obtendrá del sobrante de las excavaciones para quitar la infraestructura. Ver programa de abandono del sitio.



**CAPITULO III.
VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS
APLICABLES**

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	3
III.1 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS	3
III.2 MARCO NORMATIVO	5
III.2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (ÚLTIMA MODIFICACIÓN (15/09/2017)	5
III.3 LEYES	6
III.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 24/01/2017)	6
III.3.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	9
III.3.3 Ley General de Vida Silvestre (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 19/12/2016).....	10
III.3.4 Ley de Aguas Nacionales (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 24/03/2016).....	10
III.3.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 22/05/2015).	10
III.3.6 Ley General de Cambio Climático (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 01/06/2016)	12
III.3.7 Ley de la Industria Eléctrica (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 11/08/2014)	15
III.3.8 Ley de Transición Energética (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 04/05/2017)	16
III.3.9 Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética	17
III.3.10 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	18
III.3.11 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Zacatecas	19
III.4 REGLAMENTOS.....	22
III.4.1 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 31/10/2014)	22
III.4.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	23
III.5 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO	24
III.5.1 Programa de Ordenamiento General del Territorio	24
III.6 PROGRAMAS ESTATALES.....	31
III.6.1 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Zacatecas 2016-2021.....	31
III.7 PROGRAMAS MUNICIPALES DE DESARROLLO URBANO	31
III.7.1 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población del Municipio de Pinos 2016-2030	31
III.8 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE JURISDICCIÓN FEDERAL (ANP).....	32
III.9 SITIOS RAMSAR	33
III.10 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE JURISDICCIÓN ESTATAL	34
III.11 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS DE MÉXICO	35
III.12 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS DE MÉXICO.....	36



III.13	ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA)	37
III.14	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	38
III.14.1	AIRE	38
III.14.2	RUIDO	39
III.14.3	AGUA	39
III.14.4	MANEJO Y TRANSPORTACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y ABANDONO	40
III.14.5	FLORA Y FAUNA	40
III.14.6	HIDROCARBUROS	41

TABLAS

Tabla III.1	Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto.....	5
Tabla III.2	Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	6
Tabla III.3.	Vinculación del proyecto con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.	9
Tabla III.4.	Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre	10
Tabla III.5.	Vinculación del proyecto con Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos..	12
Tabla III.6.	Vinculación del proyecto con la Ley General del Cambio Climático	15
Tabla III.7.	Vinculación del proyecto con la Ley de la Industria Eléctrica	16
Tabla III.8.	Vinculación del proyecto con la Ley de Transición Energética	17
Tabla III.9.	Vinculación del proyecto con la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.....	18
Tabla III.10	Vinculación del Proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Zacatecas	22
Tabla III.11.	Vinculación del proyecto con Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	22
Tabla III.12.	Vinculación del proyecto con Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	24
Tabla III.13.	Políticas ambientales y estrategias para la 43 Llanuras de Ojuelos- Aguascalientes.....	25
Tabla III.14.	Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 8 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)	30
Tabla III. 15.	Vinculación del proyecto con Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población del Municipio de Pinos 2016-2030	32
Tabla III. 16.	Elementos de la biodiversidad analizados para las RTP	35

FIGURAS

Figura III.1.	Cartografía de la Unidad Biofísica Ambiental de acuerdo al programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)	26
Figura III.2.	ANP federales cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar.....	33
Figura III.3.	Sitios RAMSAR cercanos al área del proyecto y SAR de Helios Solar.....	34
Figura III.4.	ANP de jurisdicción estatal cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar.....	35
Figura III.5.	RTP cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar	36
Figura III.6.	RHP cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar	37
Figura III.7.	AICAS cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar	38



III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

De acuerdo a los preceptos establecidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en los Artículos 35 y 13 respectivamente, cualquier obra o proyecto de competencia federal debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales e instrumentos de planeación urbana y ordenamiento, como son programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Para el desarrollo del presente Capítulo, se han revisado y analizado una serie de documentos relativos a las Leyes y Reglamentos Federales en materia ambiental, planes de desarrollo, ordenamientos ecológicos del territorio y demás instrumentos de política ambiental en el ámbito nacional e internacional que son aplicables, considerando el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto, así como la naturaleza de este.

Es importante destacar, que la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (MIA-R), particularmente en la vinculación de los instrumentos jurídicos ambientales, estará enfocada a la vinculación de instrumentos jurídicos ambientales, debido a que el proyecto se refiere a la instalación y operación de una planta solar cuya actividad, es de competencia federal.

De esta manera, se prevé que, a través del procedimiento de impacto ambiental, se establezcan las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades del proyecto que puedan causar efectos adversos al entorno 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 ambiente.

III.1 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS

En México el sistema jurídico está conformado por la Constitución, Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de normas oficiales mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas oficiales mexicanas mediante las cuales se determinan metodologías.

Particularmente en materia ambiental, el Artículo 27 Constitucional establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

En este mismo sentido, el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 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.

De esta manera, la citada Ley prevé un procedimiento de impacto ambiental a través del cual se establecen 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 ambiente.

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente como lo es en el presente caso, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

Derivado de lo anterior, en el presente Capítulo se presenta información que resultó de un análisis emitido por el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) así como de los instrumentos de planeación, ordenamientos jurídicos aplicables y cuyos lineamientos y criterios determinan la congruencia de la construcción y operación del Proyecto.

El análisis de los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto se enlistan a continuación en la siguiente Tabla.

Tipo	Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos
Marco normativo	<ul style="list-style-type: none">▪ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos▪ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental▪ Ley General de Vida Silvestre y su reglamento▪ Ley de Aguas Nacionales▪ Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento▪ Ley General de Cambio Climático▪ Ley de la Industria Eléctrica▪ Ley de la Transición Energética▪ Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y Financiamiento de la Transición Energética▪ Ley Federal de Responsabilidad Ambiental▪ Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del estado de Zacatecas
Programas de Ordenamiento Ecológico	<ul style="list-style-type: none">▪ Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
Programas de Desarrollo Estatales y Municipales	<ul style="list-style-type: none">▪ Plan Estatal de Desarrollo 2017 - 2021▪ Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Pinos
Áreas naturales protegidas y regiones prioritarias para la conservación	<ul style="list-style-type: none">▪ Áreas Naturales Protegidas federales, estatales y municipales; y Sitios Ramsar▪ Regiones Terrestres Prioritarias▪ Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves



Tipo	Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos
Normas Oficiales Mexicanas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regiones Hidrológicas Prioritarias ▪ Aire ▪ Ruido ▪ Agua ▪ Manejo y transportación de residuos peligrosos generados en las etapas de construcción, operación y abandono ▪ Flora y fauna ▪ Hidrocarburos

Tabla III.1 Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto.

III.2 MARCO NORMATIVO

III.2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (ÚLTIMA MODIFICACIÓN (15/09/2017))

La Constitución al ser la norma suprema de nuestro País, debe de ser el principal instrumento normativo de aplicación en el presente estudio, el cual tiene en su apartado de las Garantías Individuales la concepción misma del Derecho al Medio Ambiente, el cual se encuentra referido en el Artículo 4 párrafo cinco, el cual estipula lo siguiente manera:

ARTÍCULO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>Artículo 4°. Párrafo adicionado DOF 28-06-1999. Reformado DOF 08-02-2012. 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.</p>	<p>Es con esta determinación en nuestra máxima Ley, el que se establece el derecho humano de toda a persona a tener un medio ambiente sano, para el desarrollo y bienestar el individuo, el proyecto no provocará daños al medio ambiente que altere el desarrollo y bienestar de la población de las localidades en donde se realizará el proyecto.</p>
<p>Artículo 24. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste <u>sea integral y sustentable</u>, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo. (...)</p>	<p>La realización del presente proyecto, con base a las miras de la sustentabilidad ambiental, así como el estricto cumplimiento de este, se ha diseñado para que su establecimiento cuente con las mejores medidas de compensación y mitigación de los impactos que se ocasionen en cada una de sus etapas de desarrollo.</p>



ARTÍCULO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Bajo criterios de equidad social, productividad y <u>sustentabilidad</u> 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, <u>cuidando su conservación y el medio ambiente...</u> .	

Tabla III.2 Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

III.3 LEYES

III.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 24/01/2017)

En esta Ley se establecen las condiciones a que se sujetará la realización de las obras y actividades que puedan causar un desequilibrio ecológico. El proyecto, al enfocarse en la generación de energía eléctrica se encuentra en el supuesto de la LGEEPA en su Artículo 28 Fracción II, su desarrollo ambiental obliga a ajustar sus alcances a las distintas disposiciones de la Ley, por sus posibles efectos de contaminación atmosférica, paisaje, ruido, residuos y con respecto a la vegetación y fauna del lugar; en tal sentido la iniciativa respectiva que se resume en esta MIA-R, se vincula a las disposiciones de este instrumento y de su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), con base en el análisis que se muestra en la siguiente tabla:

ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>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 ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>Artículo 28 Fracción II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica</p>	<p>En relación con lo anterior, es importante señalar que la actividad principal del proyecto es el aprovechamiento de energía solar para la conversión a energía eléctrica, mediante la instalación y operación de celdas fotovoltaicas, lo cual se vincula con la fracción II del Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</p> <p>Con la presentación de esta MIA, el promovente cumple con esta disposición vinculante e inicia el procedimiento para obtener la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental.</p>
<p>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</p>	<p>El proyecto cumple esta disposición al presentar esta Manifestación de Impacto Ambiental a la consideración de la SEMARNAT.</p>



ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de 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.</p>	
<p>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.</p> <p>Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p> <p>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.</p>	<p>El artículo antes citado, establece de manera general a la autoridad la forma en que deberá iniciar el procedimiento de evaluación, para lo cual la Secretaría prestará especial atención a que el proyecto se ajuste a lo establecido en la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) que le sean aplicables, además de lo que se especifique en los programas de desarrollo urbano (PDU's), los ordenamientos ecológicos del territorio (OET's), de existir y las declaratorias de áreas naturales protegidas(D-ANP's), así como sus programas de manejo (si existen) y deja a salvo algunas otras disposiciones jurídicas, en materia ambiental, que resulten aplicables al proyecto.</p> <p>En la presente MIA se integra la información necesaria para identificar los posibles impactos del proyecto de una manera integral, de acuerdo con lo que se muestra en los capítulos II y IV de esta manifestación, los cuales son evaluados, y se proponen medidas de mitigación y compensación, así como un programa de vigilancia para prevenirlos, mitigarlos y verificar su cumplimiento ambiental en los capítulos V, VI y VII por lo cual se cumple con este artículo.</p>
<p>Artículo 110.-Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="267 1606 868 1696"><i>I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y</i><li data-bbox="267 1703 868 1793"><i>II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para</i>	<p>En particular, en la etapa operativa del proyecto no habrá generación de emisiones a la atmósfera, debido a la tecnología que será aplicada para el aprovechamiento de energía solar, mediante la instalación de celdas fotovoltaicas, por lo que se reducirán las emisiones a la atmósfera durante la generación de energía eléctrica, que se refiere al proyecto que nos ocupa. Las</p>



ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p><i>asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</i></p>	<p>emisiones a la atmósfera que se generen serán únicamente en la etapa constructiva, por el movimiento y utilización de maquinaria, sin embargo, será de manera temporal y la maquinaria será sometida a mantenimiento previo para atenuar las emisiones a la atmósfera. Lo anterior permite que dicho proyecto se ajuste a los preceptos establecidos del artículo en comentario.</p>
<p>Artículo 113.-No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.</p>	<p>Se espera que los programas de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo utilizados en la preparación del sitio mantengan los volúmenes de emisiones de gases a la atmósfera dentro de límites permisibles señalados en las NOM correspondientes. Esta situación podrá verificarse mediante el programa de vigilancia ambiental que se anexa a la presente MIA-R.</p>
<p>ARTICULO 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:</p> <ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="261 1087 873 1213">I. <i>La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;</i><li data-bbox="261 1220 873 1346">II. <i>Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;</i><li data-bbox="261 1352 873 1562">III. <i>El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;</i><li data-bbox="261 1568 873 1694">IV. <i>Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;</i><li data-bbox="261 1701 873 1793">V. <i>La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.</i>	<p>En la etapa operativa del proyecto no habrá generación de agua residuales, no se requiere del recurso o aprovechamiento de agua para la operación de este, sin embargo, en la etapa constructiva las aguas residuales que generen serán de tipo sanitario por parte del personal operativo, para ello será contratada una empresa especializada que capture y de tratamiento a las aguas sanitarias, misma que será responsable de la disposición final, con lo cual el proyecto cumple con esta disposición</p>



ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>"ARTICULO 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;</p> <p>II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p> <p>III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;</p> <p>IV.- La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable."</p>	<p>Para evitar o prevenir la contaminación del suelo, durante el desarrollo de la obra, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, que conlleva en manejo de todo tipo de residuos, sea peligroso o no peligroso, tanto sólidos como líquidos, de conformidad a la legislación y normatividad aplicable</p>
<p>Artículo 155.-Quedan 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. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.</p> <p>En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación</p>	<p>Se establecerán en el programa de vigilancia ambiental (anexo a este documento) las medidas de prevención, corrección y mitigación necesarias para que la maquinaria y equipo que se utilicen cumplan con los límites máximos permisibles en materia de ruido y vibraciones, establecidos en las NOM's correspondientes, lo cual se garantizará mediante la instrumentación de las medidas antes mencionadas. De esta forma se da cumplimiento a este ordenamiento.</p>

Tabla III.3. Vinculación del proyecto con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

III.3.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

NO APLICA. En la operación del proyecto no considera cambio de uso de suelo en terrenos forestales.



III.3.3 Ley General de Vida Silvestre (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 19/12/2016)

Dentro de la presente evaluación se contempla que dentro del SAR existen ejemplares de vida silvestre, los cuales pudieran contar con algún estatus de protección e independientemente de dicha categoría especial, dentro de este procedimiento de evaluación se identifica en amplitud los ejemplares de vida silvestre que se ubican en el área del proyecto y del SAR que se presenta ante esta autoridad.

Por esta razón se considera la aplicación de esta legislación, ya que es indispensable su vinculación derivado de la inclusión de ejemplares de vida silvestre dentro del presente proyecto, y por su puesto se aplican los principios para la protección de la vida silvestre establecidos en esta legislación.

DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
Artículo 4o. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	Se ha establecido dentro de la presente MIA-R, la determinación de medidas para la protección de los ejemplares de vida silvestre, así como el rescate, conservación y ahuyentamiento en el caso de fauna, con lo cual se da cumplimiento con esta disposición.
Artículo 5o. El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.	Dentro del procedimiento de evaluación se refieren a las medidas que se aplicarán con la finalidad de protección de los ejemplares de vida silvestre, así como del ecosistema, y establecer medidas de compensación, con lo cual se da cumplimiento con esta disposición.

Tabla III.4. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre

III.3.4 Ley de Aguas Nacionales (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 24/03/2016)

NO APLICA. En la operación del proyecto no habrá generación de aguas residuales, en consecuencia, no habrá descargas de aguas residuales en cuerpos de aguas. La generación de aguas estará a cargo de una empresa especializada para la limpieza de sanitarios portátiles, quién será responsable del manejo y disposición final de residuos líquidos conforme a la normatividad aplicable.

III.3.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 22/05/2015).

Con referencia a la parte del proyecto de mantenimiento del equipo e instalaciones, se indica dentro de la presente MIA, que no se contempla tener la generación de residuos peligrosos, ya que los equipos y vehículos se enviarán a establecimientos específicos para que les realicen el mantenimiento y con ello evitar la generación de residuos peligrosos en el lugar del proyecto, sin embargo, en caso de que sea necesario por alguna circunstancia llevar a cabo alguna actividad que tenga como consecuencia la generación de un residuo peligroso, se tendrá una generación a nivel de micro generador, originados principalmente por los cambios de aceite que requieren la maquinaria y equipo que construirán y/o darán mantenimiento a la planta de generación fotovoltaica.



La vinculación de esta Ley con el proyecto en cuestión, tanto en la etapa constructiva como en la operativa parte de la prevención, de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como de prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Señala las obligaciones del generador de acuerdo con el volumen de generación anual. Así como los lineamientos para el manejo integral de los residuos generados.

Por lo cual, en el caso de que le sea aplicable la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), se presenta la vinculación correspondiente del proyecto con la normativa referida, misma que se desarrolla en la siguiente tabla.

ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:</p> <p>XX. Pequeño Generador: <i>Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida</i></p>	<p>Como se estableció en el capítulo II de la presente MIA, los residuos a generarse durante la construcción de la planta solar y la línea de interconexión eléctrica, la cantidad anual de residuos peligrosos que se espera generar, se define al proyecto como pequeño generador de residuos, por lo que su vinculación normativa se encontrará dirigida a este tipo de generadores, dando así cumplimiento a estas disposiciones de la LGPGIR</p>
<p>Artículo 80.- El generador de residuos peligrosos deberá:</p> <p>a) <i>Inscribirse en el registro que para tal efecto establezca la Secretaría;</i></p> <p>b) <i>Llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos;</i></p> <p>c) <i>Dar a los residuos peligrosos, el manejo previsto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;</i></p> <p>d) <i>Manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles en los términos de las normas técnicas ecológicas respectivas;</i></p> <p>e) <i>Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en este reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.</i></p> <p>f) <i>Identificar a sus residuos peligrosos con las indicaciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas;</i></p> <p>g) <i>Almacenar sus residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que</i></p>	<p>El Proyecto dará cumplimiento con base en la normatividad de los residuos peligrosos que genere en sus diferentes etapas.</p> <p>Los residuos peligrosos que generará el Proyecto serán manejados de acuerdo con su compatibilidad y de acuerdo con el Plan de Manejo de Residuos, que se elaborará e implementará y que incluirá: Identificación, Clasificación, Separación, Almacenamiento y Valoración de los Residuos y Sustancias.</p>



ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p><i>reúnan los requisitos previstos en el presente Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.</i></p> <p><i>h) Transportar sus residuos peligrosos en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las condiciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas que correspondan;</i></p> <p><i>i) Dar a sus residuos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento y las normas técnicas ecológicas respectivas;</i></p> <p><i>j) Dar a sus residuos peligrosos la disposición final que corresponda de acuerdo con los métodos previstos en el Reglamento y conforme a lo dispuesto por las normas técnicas ecológicas aplicables;</i></p> <p><i>k) Remitir a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos peligrosos durante dicho período.</i></p>	
<p>Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria...</p>	<p>El Proyecto no generará un volumen significativo de residuos, sin embargo, en todo momento se dará un manejo adecuado a los mismos en cumplimiento de las disposiciones aplicables a nivel federal, estatal y municipal, por lo cual se sujetará a las disposiciones de los artículos mencionados para el manejo de los residuos realizando un Plan de Manejo Integral de Residuos.</p>
<p>Artículo 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación...</p> <p>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;</p>	<p>Estas disposiciones deberán cumplirse en la generación y manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso.</p>
<p>Artículo 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.</p>	

Tabla III.5. Vinculación del proyecto con Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

III.3.6 Ley General de Cambio Climático (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 01/06/2016)

Este proyecto que se presenta a evaluación ante esta Autoridad tiene como finalidad el generar y entregar a la población energía eléctrica por medio de fuentes renovables, estableciendo con ello la nula generación de gases efecto invernadero derivado de la operación de esta, lo cual es uno de los



pilares de la Ley General de Cambio Climático, la cual tiene como finalidad el establecer las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático.

ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Artículo 1o. La presente 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</p>	<p>Se ha establecido dentro de la presente MIA, que el proyecto, conlleva el generar energía por medio de fuentes renovables, lo cual incide directamente en el objetivo de la Ley, al no emitir gases efecto invernadero durante la operación de dicha planta</p>
<p>Artículo 2o. Esta ley tiene por objeto:</p> <p>Fracción I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;</p> <p>Fracción IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;</p> <p>Fracción VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.</p>	<p>Los conceptos que tiene por objeto esta Ley, comulgan completamente con lo que se pretenden con el presente proyecto, al realizar actividades productivas por medio de energías renovables y evitando en su totalidad la emisión de gases efecto invernadero, fortaleciendo la capacidad del estado al enfrentar las necesidades energéticas del país por medio de vías alternas y sustentables.</p>
<p>Artículo 7o. Son atribuciones de la federación las siguientes:</p> <p>Fracción VI. Establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con esta Ley, los tratados internacionales aprobados y demás disposiciones jurídicas aplicables, en las materias siguientes:</p> <p style="padding-left: 40px;">a. <i>Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos, costeros, islas, cayos, arrecifes y los recursos hídricos;</i></p> <p style="padding-left: 40px;">b) <i>Energía;</i></p> <p>Fracción X. Fomentar la investigación científica y tecnológica, el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías, equipos y procesos para la mitigación y adaptación al cambio climático;</p> <p>Fracción XXIII. Desarrollar estrategias, programas y proyectos integrales de mitigación y adaptación al cambio climático en materia de hidrocarburos y energía eléctrica, para lograr el uso eficiente y sustentable de los recursos energéticos fósiles y renovables del país, de conformidad</p>	<p>Al tener esta dependencia del Gobierno Federal, el presente proyecto dentro del proceso de evaluación de Impacto Ambiental se encuentra con facultad de tomar medidas en materia de cambio climático, en específico el establecer las acciones por medio de las cuales se mitiguen los efectos del cambio climático, así como el fomentar tecnologías que contribuyan a la adaptación al cambio climático, como lo es la estación fotovoltaica.</p>



ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, en lo que resulte aplicable;	
<p>Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:</p> <p>Fracción I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;</p> <p>Fracción II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;</p> <p>Fracción IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;</p>	Reiteramos la fuerte incidencia de nuestro proyecto en las políticas en materia de cambio climático puesto como parte de la sociedad civil, este proyecto está llevando acciones con la finalidad de mitigar los efectos adversos del cambio climático, y por ende al evaluar el impacto ambiental del desarrollo de dicho proyecto se mantiene vigente el principio de prevención que consigna en esta Ley.
<p>Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:</p> <p>Fracción II. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;</p> <p>Fracción IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;</p> <p>Fracción V. Promover de manera prioritaria, tecnologías de mitigación cuyas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero sean bajas en carbono durante todo su ciclo de vida;</p>	Uno de los principales beneficios que se obtiene con la realización del presente proyecto es obtener por vía de un medio renovable la generación de electricidad, así como la nula generación de emisiones de gases y compuestos efectos invernaderos, y por ende en el caso de autorizar este proyecto, el Estado Mexicano estaría promoviendo la realización de prácticas de eficiencia energética
<p>Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:</p> <p>Fracción I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:</p> <p><i>a. Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la</i></p>	Nuevamente al evaluar la presente MIA esta Autoridad se promueve la realización de acciones que mitiguen el cambio climático, ya que en el proceso que nos ocupa no se generarán emisiones y por ende abonará a la reducción de la emisión a la atmosfera en nivel País.



ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p><i>transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.</i></p> <p>b) <i>Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía.</i></p>	

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con la Ley General del Cambio Climático

III.3.7 Ley de la Industria Eléctrica (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 11/08/2014)

Derivado de que el proyecto que se presenta a evaluación a través de la presente manifestación de impacto ambiental, consiste en la construcción y operación de una planta generadora de energía eléctrica por medio de la radiación solar, se encuentra directamente vinculada con lo establecido por la Ley de la Industria Eléctrica, ya que dicha legislación tiene como finalidad el promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica, el cual es uno de los principales objetivos del proyecto que se plantea en este proyecto.

De conformidad con esta Ley, el proyecto se encuentra considerado como una energía limpia de conformidad al artículo 3 fracción XXII, el cual señala lo siguiente:

“...Artículo 3.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

XXII. Energías Limpias: *Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan. Entre las Energías Limpias se consideran las siguientes:*

b) La radiación solar, en todas sus formas;”

Por esta razón se considera que la Ley de la Industria Eléctrica, es una de las normatividades esenciales a ser consideradas dentro de este proyecto y en consecuencia de la vinculación que se realiza, por lo que a continuación contemplamos los principales artículos de esta ley que consideramos tiene una directa aplicación en el proyecto que nos ocupa:



ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Artículo 4.- El Suministro Eléctrico es un servicio de interés público. La generación y comercialización de energía eléctrica son servicios que se prestan en un régimen de libre competencia.</p> <p>V. <i>Cumplir con las obligaciones en materia de Energías Limpias y reducción de emisiones contaminantes que al efecto se establezcan en las disposiciones aplicables...</i></p>	<p>Con la realización del presente proyecto se prevé dar cumplimiento a lo establecido en este artículo ya que se trata de un proyecto de energía limpia.</p>
<p>Artículo 117.- Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.</p>	<p>La realización del presente proyecto consiste en una planta de generación de energía fotovoltaica, deja de manifiesto el realizar actividades en materia de generación eléctrica por un medio sustentable, como lo es la radiación solar.</p>

Tabla III.7. Vinculación del proyecto con la Ley de la Industria Eléctrica

III.3.8 Ley de Transición Energética (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 04/05/2017)

Esta legislación tiene por objeto el regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como el cumplir con las obligaciones de las energías limpias, y de la reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, lo cual consideramos que tiene una aplicación directa en el proyecto que se presenta a evaluación, ya que consiste en la generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar, en la cual no se genera ningún tipo de emisión a la atmosfera.

De conformidad con esta Ley el proyecto, está considerado como una energía renovable, de conformidad a lo establecido en el artículo 3 fracción XVI inciso b), el cual señala lo siguiente:

“...**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 contaminantes. Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación:*

b) *La radiación solar, en todas sus formas;..”*

Por lo que consideramos que la Ley de Transición Energética, es una de las principales normatividades a ser consideradas dentro de este proyecto y en consecuencia de la vinculación que se realiza, por lo que a continuación contemplamos los principales artículos de esta ley que consideramos tiene una directa aplicación en el proyecto que nos ocupa:



ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Artículo 19.- Corresponde a la SEMARNAT:</p> <p>I. <i>Diseñar y aplicar, en el ámbito de su competencia, los instrumentos de fomento y de normatividad para prevenir, controlar y remediar la contaminación proveniente de la generación y transmisión de energía eléctrica en lo referente a emisiones de contaminantes a la atmósfera, incluidos los gases y compuestos de efecto invernadero, en los términos definidos en este ordenamiento;</i></p>	<p>Por medio del presente procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, se está dando cumplimiento a dicho artículo, con la finalidad de reducir, prevenir o compensar los daños la ambiente que se puedan ocasionar con la realización, operación y abandono del proyecto.</p>

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con la Ley de Transición Energética

III.3.9 Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética

ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Artículo 2o.- El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.</p>	<p>Se trata de un proyecto en el que, se generará energía eléctrica por medio de procesos fotovoltaicos aprovechando la energía solar, por lo tanto, se considera una manera de obtención de energía eléctrica que no genera emisiones de dióxido de carbono, ni otros contaminantes de efecto invernadero que generan otras formas de generación de energía eléctrica. Por lo tanto, se considera un proyecto con tecnología limpia y amigable con el ambiente.</p>
<p>Artículo 4o.- El aprovechamiento de los cuerpos de agua, los bioenergéticos, el viento y los recursos geotérmicos, así como la explotación de minerales asociados a los yacimientos geotérmicos, para la producción de energía eléctrica, se sujetará y llevará a cabo de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables en la materia.</p>	<p>El proyecto sin duda presenta una vinculación directa con los lineamientos establecidos en la Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento para la transición energética ya que se encuentra apoyando el cumplimiento del objetivo de disminución de los gases de efecto invernadero, dado que el proyecto integral de la planta solar y su línea de interconexión no generan emisiones a la atmósfera y se apoya a solventar las necesidades de abastecimiento de la demanda futura de energía de una manera ambientalmente amigable, al llevarla de manera confiable a sus destinatarios.</p>
<p>Artículo 21.- Los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con una capacidad mayor de 2.5 Megawatts, procurarán:</p>	<p>El proyecto trata de la generación de electricidad a partir d energía solar con una capacidad de 150 MWac.</p>



ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>I. Asegurar la participación de las comunidades locales y regionales, mediante reuniones y consultas públicas convocadas por las autoridades municipales, ejidales o comunales; en dichas reuniones deberán convenir la participación de los proyectos en el desarrollo social de la comunidad;</p> <p>II. Según se convenga en el contrato respectivo, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios o terrenos ocupados por el proyecto de energía renovable; la periodicidad de los pagos podrá ser convenida con los interesados, pero en ningún caso será inferior a dos veces por año;</p> <p>III. Promover el desarrollo social en la comunidad, en la que se ejecuten los proyectos de generación con energías renovables, conforme a las mejores prácticas internacionales y atender a la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios.</p>	
<p>Artículo 23.- La Estrategia, encabezada por la Secretaría, tendrá como objetivo primordial promover la utilización, el desarrollo y la inversión en las energías renovables a que se refiere esta Ley y la eficiencia energética.</p>	<p>Se puede decir que el proyecto sin duda alguna ayuda a promover el uso eficiente de la energía, además del aprovechamiento de fuentes renovables, ya que se obtendrá energía eléctrica a base de energía solar, por medio de módulos fotovoltaicos con una alta tecnología, tanto para la generación de energía, como para el almacenamiento y distribución.</p>

Tabla III.9. Vinculación del proyecto con la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética

III.3.10 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Esta Ley fue publicada en el DOF el 07-06-2013 y regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

- **Artículo 10 de la Ley se establece que: Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable**



y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

- 0 **Artículo 12** señala que Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente...
- 0 **Artículo 13** se establece que La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño.

La sinergia en la ejecución de las acciones ambientales manifestadas en la presente MIA, se conducen con responsabilidad ambiental, donde dichas acciones están diseñadas y estructuradas bajo medidas de mitigación específicas y un programa de vigilancia para su cumplimiento, lo cual permitirá la protección de los recursos naturales, así como la mitigación de los impactos derivados de la implementación del proyecto, los que conlleva a la congruencia del proyecto con la estrategia planteada.

III.3.11 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Zacatecas

Ley decretada por el Congreso del Estado Libre y Soberano de Zacatecas, publicada el 31 de marzo de 2007 y reformada el 10 de enero de 2018 en el Suplemento del Periódico Oficial del Estado de Zacatecas.

Artículo	Vinculación del proyecto
TÍTULO SÉPTIMO DE LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE CAPÍTULO II DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA	
<p>Artículo 138.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las zonas del Estado, y</p> <p>II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes naturales o artificiales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el</p>	<p>Se puede decir que el proyecto sin duda alguna ayuda a promover el uso eficiente de la energía, además del aprovechamiento de fuentes renovables, ya que se obtendrá energía eléctrica a base de energía solar, por medio de módulos fotovoltaicos con una alta tecnología, tanto para la generación de energía, como para el almacenamiento y distribución.</p> <p>La operación del proyecto no considera la emisión de contaminantes a la atmosfera.</p>



Artículo	Vinculación del proyecto
<p>bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p> <p>Artículo 140.- Para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción estatal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, así como las de nueva creación, requerirán la autorización en materia de impacto ambiental. Será obligatoria la verificación, de acuerdo con los criterios que así se establezcan en el reglamento correspondiente, determinando el número de verificaciones anuales, en relación con el grado de riesgo de las actividades industriales o de servicios de que se trate, las cuales nunca podrán ser inferiores de una al año.</p> <p>Todo vehículo automotor en circulación matriculado en el Estado de Zacatecas, deberá someterse a la verificación de emisiones contaminantes, en los centros de verificación autorizados por el Instituto, en los términos del Programa de Verificación Vehicular que se expida.</p>	<p>Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán periódicamente verificados para cumplir con las normas oficiales mexicanas: NOM-041SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006. Se dará el mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo. Se implementará el Programa de Vigilancia Ambiental para garantizar su cumplimiento.</p>
CAPÍTULO III DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	
<p>Artículo 146.- Para la prevención y control de la contaminación del agua, serán considerados y tendrán en cuenta las Normas Oficiales Mexicanas, además de los siguientes criterios:</p> <p>I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas;</p> <p>II. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua</p> <p>III. De acuerdo a sus competencias, en las aguas de su jurisdicción, cada orden de gobierno y la sociedad deberá prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;</p>	<p>Para controlar los residuos sanitarios durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se contratarán baños portátiles con lavabo, uno por cada veinticinco trabajadores. En la operación del Proyecto se instalarán sanitarios con depósito.</p> <p>Se contratará a una empresa autorizada para el mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en sitios autorizados.</p>



Artículo	Vinculación del proyecto
<p>IV. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de contaminarla, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas, y</p> <p>V. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.</p>	
<p>CAPITULO IV PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL SUELO</p>	
<p>Artículo 157.- La prevención, restauración y control de la contaminación del suelo deberán ser reguladas por las autoridades municipales, conforme a la presente Ley, los Bandos de Policía y Gobierno y las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables, para lo cual el Ayuntamiento regulará:</p> <p>III. El depósito o la quema de residuos sólidos en bienes de uso común, caminos, carreteras, vías públicas, lotes baldíos, así como los cuerpos y corrientes de agua, la red de drenaje y alcantarillado;</p> <p>IV. La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de estos y sus fuentes generadoras;</p>	<p>Se contratará a una empresa autorizada para el mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en sitios autorizados.</p>
<p>CAPÍTULO VI DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN OCASIONADA POR RUIDO, VIBRACIONES, ENERGÍA TÉRMICA, LUMÍNICA Y OLORES</p>	
<p>Artículo 164.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, y olores en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, que consideran los valores máximos de contaminantes en el ambiente, permisibles para el ser humano. La Secretaría y los Ayuntamientos según su</p>	<p>En caso de que la Secretaría solicite información del equipo y maquinaria principal fuente de emisiones de ruido durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se proporcionará la información solicitada</p>



Artículo	Vinculación del proyecto
<p>ámbito de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.</p>	
<p>TÍTULO OCTAVO DE LA INSPECCION, VIGILANCIA, MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SANCIONES CAPÍTULO IV DE LAS SANCIONES ADMINISTRATIVAS</p>	
<p>Artículo 185.- Se sancionará con multa por el equivalente de tres a cien cuotas de salario mínimo general vigente en el Estado al momento de imponer la sanción, a quienes:</p> <p>I. Generen residuos sólidos de origen doméstico sin atender las disposiciones emitidas por los Ayuntamientos;</p> <p>II. No cumplan con las medidas de ahorro de agua potable;</p>	<p>El Proyecto dará cumplimiento con base en la normatividad de los residuos peligrosos que genere en sus diferentes etapas.</p> <p>Los residuos sólidos y de manejo especial que generará el Proyecto serán manejados de acuerdo con su compatibilidad y de acuerdo con el Plan de Manejo de Residuos, que se elaborará e implementará y que incluirá: Identificación, Clasificación, Separación, Almacenamiento y Valoración de los Residuos y Sustancias.</p> <p>Para controlar los residuos sanitarios durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se contratarán baños portátiles con lavabo, uno por cada veinticinco trabajadores. En la operación del Proyecto se instalarán sanitarios con depósito.</p> <p>Se contratará a una empresa autorizada para el mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en sitios autorizados.</p>

Tabla III.10 Vinculación del Proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Zacatecas

III.4 REGLAMENTOS

III.4.1 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) (ÚLTIMA MODIFICACIÓN 31/10/2014)

ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Capítulo III: Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental.</p> <p>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.</p>	<p>El proyecto se ajusta a estas disposiciones vinculantes y para ello presenta ante la autoridad competente la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional que contiene la información de las circunstancias relevantes vinculadas a su realización.</p>

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente



III.4.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Artículo 12: Las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría para la clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que estarán sujetos a planes de manejo..."</p>	<p>El Proyecto no generará un volumen significativo de residuos, sin embargo, en todo momento se dará un manejo adecuado a los mismos en cumplimiento de las disposiciones aplicables a nivel federal, estatal y municipal, por lo cual se sujetará a las disposiciones de los artículos mencionados para el manejo de los residuos realizando un Plan de Manejo Integral de Residuos.</p>
<p>Artículo 40: La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera".</p>	
<p>Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo con lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;	<p>El Artículo 31 de la LGPGIR, mismo que se encuentra analizado posteriormente, señala en su Fracción I que los aceites usados son considerados como residuos peligrosos y por tanto sujetos a plan de manejo. Con base en esta disposición el promovente del proyecto, si al generar aceites gastados, tal y como se describió en el capítulo II de la presente MIA, presenta a las autoridades ambientales el análisis de vinculación normativa correspondiente y cumple con esta disposición del artículo 35 del REIA.</p>
<p>Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:</p> <ul style="list-style-type: none">XX. Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas	<p>A acuerdo a lo que se estableció en el Capítulo II de la presente MIA, la cantidad de residuos peligrosos que se espera generar durante la preparación del sitio y la construcción de la planta fotovoltaica define al proyecto como pequeño generador de residuos, por lo que su vinculación normativa se encontrará dirigida a este tipo de generadores, dando así cumplimiento a estas disposiciones de la LGPGIR y su Reglamento.</p>
<p>Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none">I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:<ul style="list-style-type: none">a. Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante;b. Nombre del representante legal, en su caso;c. Fecha de inicio de operaciones;d. Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto	<p>La información que detalla este artículo del Reglamento de la LGPGIR, se otorgará a las autoridades ambientales, en los formatos oficiales, al momento del registro de la planta solar.</p> <p>Instalación Fotovoltaica, como generador de residuos peligrosos. Esta información será entregada en documento y archivo electrónico. Con estas acciones se dará cumplimiento a esta disposición vinculante.</p>



ARTÍCULO Y DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>denominación de la actividad principal;</p> <p>e. Ubicación del sitio donde se realiza la actividad;</p> <p>f. Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y</p> <p>g. Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro;</p> <p>II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y</p> <p>III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.</p>	

Tabla III.12. Vinculación del proyecto con Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

III.5 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

III.5.1 Programa de Ordenamiento General del Territorio

Este Programa fue expedido OEGT (Art. 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico), está integrado 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 aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a la regionalización, por medio del acuerdo publicado en el DOF en septiembre de 2012.

El ordenamiento promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal 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. Reconoce que 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.

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).

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.

El Proyecto se desarrollará en la **UAB No. 43 Llanuras de Ojuelos- Aguascalientes**, como se observa en las siguientes Figuras en la cual se presenta la política y las estrategias aplicables, mientras que en la siguientes Tabla se presenta la vinculación del Proyecto con cada una de las estrategias.

UAB	Política	Rector	No. de estrategia aplicable a la UAB
43 Llanuras de Ojuelos- Aguascalientes	Restauración y Aprovechamientos Sustentable	Agricultura y Ganadería	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 18, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Tabla III.13. Políticas ambientales y estrategias para la 43 Llanuras de Ojuelos- Aguascalientes.

Fuente: DOF. Viernes 07 de septiembre de 2012. SEMARNAT. Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio#

De acuerdo con el análisis realizado, el Proyecto contribuye con la generación de energía a través de fuentes renovables y por lo tanto a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, en lo que respecta a las estrategias ambientales aplicables, de acuerdo a lo antes expuesto, se concluye que el proyecto es congruente con las estrategias, en particular aquellas estrategias dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio sin contravenir a las estrategias establecidas para la **43 Llanuras de Ojuelos- Aguascalientes** en donde se llevará a cabo.



Figura III.1. Cartografía de la Unidad Biofísica Ambiental de acuerdo al programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)



VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS SECTORIALES DE LA UAB 43		
	Estrategias	Concordancia con el proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. 	El proyecto no modificará los servicios ambientales que ahora presta el ecosistema, ni requiere rescate y reubicación de especies susceptibles o forestales
B) Aprovechamiento sustentable	<ol style="list-style-type: none"> 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales. 	El proyecto no modificará los servicios ambientales que ahora presenta el ecosistema ni supone aprovechamiento de recursos forestales
C) Protección de los recursos naturales	<ol style="list-style-type: none"> 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. 	El proyecto no requiere el rescate y reubicación de especies susceptibles, ni supone la utilización de ningún tipo de agroquímico
D) Restauración	<ol style="list-style-type: none"> 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. 	El proyecto no requiere el rescate y reubicación de especies susceptibles. Se proponen actividades de mejoramiento del sitio conforme a las medidas de mitigación y prevención de impacto ambiental
E) Aprovechamiento sustentable de	<ol style="list-style-type: none"> 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 	El proyecto no supone ningún tipo de aprovechamiento o explotación de recursos no renovables.



VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS SECTORIALES DE LA UAB 43		
	Estrategias	Concordancia con el proyecto
recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
	<p>16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.</p> <p>17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).</p> <p>18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.</p>	<p>Al contrario, se trata de un proyecto que supone el uso del área para la implantación de módulos fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica.</p> <p>La implantación de los módulos fotovoltaicos no supone la interrupción de los flujos hidrológicos en el predio.</p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y Saneamiento	<p>28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</p> <p>29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</p>	<p>El proyecto no modificará la calidad del agua.</p> <p>El proyecto no supone ningún uso consuntivo</p>
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional.	<p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p>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.</p>	<p>No aplica. Se trata de un proyecto de generación eléctrica a partir de celdas fotovoltaicas y energía solar</p>



VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS SECTORIALES DE LA UAB 43		
	<i>Estrategias</i>	<i>Concordancia con el proyecto</i>
E) Desarrollo social	<p>36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p>	<p>No se tiene relación con:</p> <p>La diversificación de actividades productivas del sector agroalimentario.</p> <p>Los programas de género o grupos vulnerables.</p> <p>Los programas de fomento del desarrollo de capacidades básicas de personas en condición de pobreza</p> <p>Los programas encaminados a la atención de adultos mayores.</p> <p>Los programas encaminados a la atención a personas en situación de vulnerabilidad</p>
	<p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>	<p>Se trata de un proyecto que supone el uso del área para la implantación de módulos fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica</p>
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
		<p>El proyecto se ejecuta en terrenos arrendados por la empresa HELIOS</p>



VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS SECTORIALES DE LA UAB 43		
	<i>Estrategias</i>	<i>Concordancia con el proyecto</i>
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	SOLAR S.A. DE C.V.
B) Planeación del ordenamiento territorial.	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El predio tiene una política de Restauración y Aprovechamiento Sustentable y no se considera interferencia alguna con los programas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, ya que se trata de un proyecto de generación eléctrica a partir de celdas fotovoltaicas y energía solar.

Tabla III.14. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 8 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Después del análisis, tanto del POEGT se puede aseverar compatibilidad del proyecto con los instrumentos de ordenación del territorio, ya que la zona tiene como objetivo impulsar y fortalecer el desarrollo socio económico y urbano de la región mediante el impulso de industrias que permitan diversificar las actividades económicas



III.6 PROGRAMAS ESTATALES

III.6.1 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Zacatecas 2016-2021

El Plan Estatal de Desarrollo de Zacatecas 2016-2021 constituye el documento rector de las políticas públicas a seguir durante la presente administración gubernamental. Este ejercicio de planeación no está desligado de su contexto histórico, social, político y espacial; los objetivos, estrategias y líneas de acción aquí enunciadas se enmarcan en un modelo de planeación nacional que por décadas se ha caracterizado por ser de corte profundamente humanista y bajo una concepción de Estado republicano, caracterizado por ser representativo, democrático y federal.

El Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021 cuenta con 4 Ejes estratégicos:

- EJE ESTRATÉGICO 1. GOBIERNO ABIERTO Y DE RESULTADOS
- EJE ESTRATÉGICO 2. SEGURIDAD HUMANA.
- EJE ESTRATÉGICO 3. COMPETITIVIDAD Y PROSPERIDAD
- EJE ESTRATÉGICO 4. MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL

Dentro del Eje Estratégico 4. Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, considera el fortalecimiento a las energías renovables de manera armónica y en concordancia con el resto del mundo; se tiene previsto la promoción de políticas públicas y programas que fomenten una transición energética hacia fuentes de energía renovables como lo son la energía solar, la energía eólica y geotérmica entre otras, que permitan de manera sostenida disminuir la emisión de gases de efecto de invernadero. En la Zacatecas predomina la energía eólica con un potencial de 952.00 GWh/a, seguida de la geotérmica con 818 GWh/a y en tercer lugar la solar con 721.00 GWh/a. (potencial identificado al 30 de junio de 2015).

III.7 PROGRAMAS MUNICIPALES DE DESARROLLO URBANO

III.7.1 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población del Municipio de Pinos 2016-2030

Se refiere a la cabecera municipal de Pinos, el cual es el centro político y administrativo para el gobierno y manejo de recursos para acciones de interés público en más de trecientas comunidades. En tal sentido, este programa fue elaborado con el propósito de regular el crecimiento de Pinos, como eje de la vida municipal, proteger su patrimonio tangible e intangible.

Este programa tiene como objetivo que la planificación urbana sea tomada como base en la comprensión de las dinámicas urbanas, en armonía con la permanencia de esos valores patrimoniales, considerándolos como factores básicos para el desarrollo sustentable de la localidad.

En términos de desarrollo urbano y tomando como base este programa, el proyecto se alinea con las siguientes políticas sectoriales y estrategias para el desarrollo ambiental sustentable:



Políticas sectoriales	Estrategias de sustentabilidad ambiental	Vinculación con el proyecto	
Conservación y recuperación de los ríos y manantiales	<p>c. Sanciones económicas a quienes incurran en la contaminación del suelo, corrientes de agua y aire.</p> <p>d. Valoración del potencial de los recursos hídricos a través de la difusión de su cuidado.</p> <p>e. Educación ambiental en los niveles básicos de educación.</p>	<p>3. Sanciones económicas a quienes sean sorprendidos tirando basura al lecho fluvial.</p> <p>valorar el potencial de los recursos hídricos para un aprovechamiento sustentable y consiente del recurso.</p> <p>Promover convenios de capacitación con Instituciones de Educación Superior (IES) para la difusión sobre el cuidado del medio ambiente.</p>	<p>Para controlar los residuos sanitarios durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se contratarán baños portátiles con lavabo, uno por cada veinticinco trabajadores. En la operación del Proyecto se instalarán sanitarios con depósito.</p> <p>Se contratará a una empresa autorizada para el mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en sitios autorizados.</p>
Manejo de desechos solidos	<p>e. Fijar sanciones económicas a quien sea sorprendido tirando basura en la vía pública o en las áreas verdes.</p>	<p>2. Fomentar la cultura para la separación de basura</p> <p>3. involucrar a toda la población mediante campañas de concientización sobre los problemas que genera la polución.</p>	<p>El Proyecto no generará un volumen significativo de residuos, sin embargo, en todo momento se dará un manejo adecuado a los mismos en cumplimiento de las disposiciones aplicables a nivel federal, estatal y municipal, por lo cual se sujetará a las disposiciones de los artículos mencionados para el manejo de los residuos realizando un Plan de Manejo Integral de Residuos.</p>

Tabla III. 15. Vinculación del proyecto con Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población del Municipio de Pinos 2016-2030

III.8 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE JURISDICCIÓN FEDERAL (ANP)

Las áreas naturales protegidas se definen en La Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente como "aquellas áreas de tierra y/o mar especialmente dedicadas a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica, recursos naturales y culturales asociados y manejados a través de medios legales u otros medios efectivos".



El Estado de Zacatecas cuenta con el Parque Nacional de Sierra de Órganos, ubicada en el Municipio Sombrerete, misma que no se encuentra cercana al área del proyecto, respecto a la ubicación del área del proyecto y el SAR delimitado, no se encontraron áreas naturales protegidas que incidan en dichas áreas delimitadas para el proyecto. Sin embargo se identificaron dos ANP cercanas al SAR del proyecto, las cuales pertenecen al Estado de San Luis Potosí:

- 0 PN Gogorrón
- 0 APFF Sierra de Alvarez

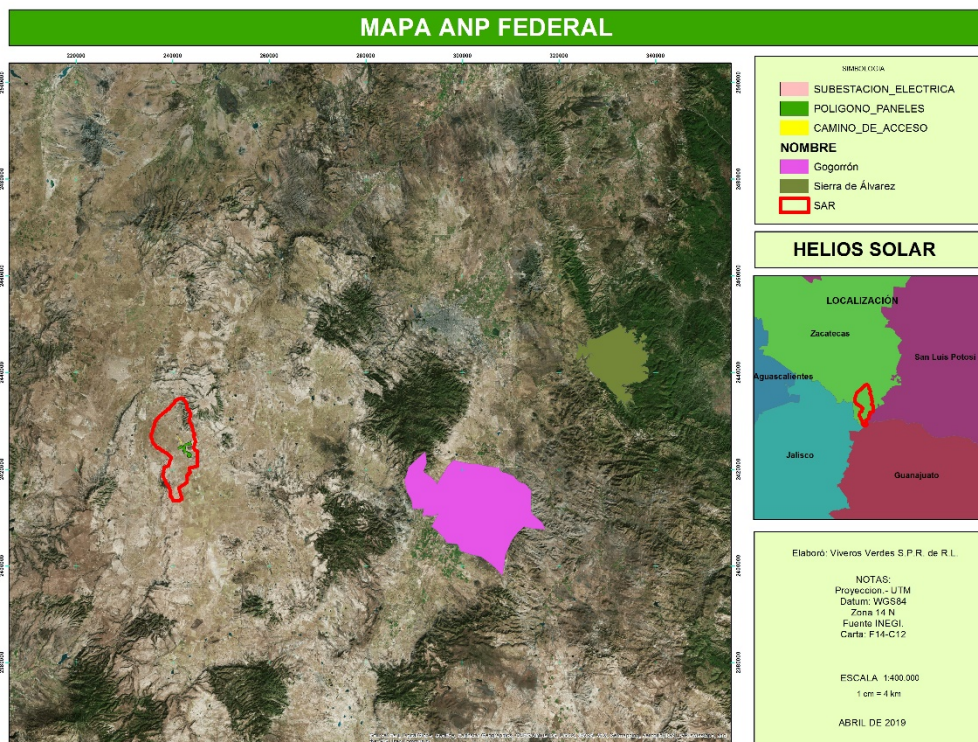


Figura III.2. ANP federales cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar

III.9 SITIOS RAMSAR

El Lago San Juan de los Ahorcados, ubicado en el semidesierto zacatecano, es el único humedal en la entidad considerado sitio ecológico de importancia internacional, ya que es de los pocos espejos de agua natural, refugio de especies de aves migratorias. Con un perímetro de 16.5 kilómetros, el lago se sitúa en el municipio General Francisco R. Murguía (Nieves) y abarca una parte de Villa de Cos y Mazapil. El lago alberga flora como la biznaga burra (*Echinocactus platyacanthus*), cactus roca (*Ariocarpus fissuratus*) y peyote (*Lophophora williamsi*); en cuanto a fauna se refiere, en la zona habitan la víbora de cascabel y el águila real.

El área del proyecto y el SAR no incide dentro de algún Sitio RAMSAR, únicamente se localizó al Sitio "El Jagüey" ubicado en el Municipio de Buenavista de Peñuelas del Estado de Aguascalientes, como el más cercano al área del proyecto, el cual consta de 201.29 ha y se considera sitio de recarga



del acuífero y hábitat de conservación prioritario para la rana endémica amenazada *Smilisca dentata* y otras especies.

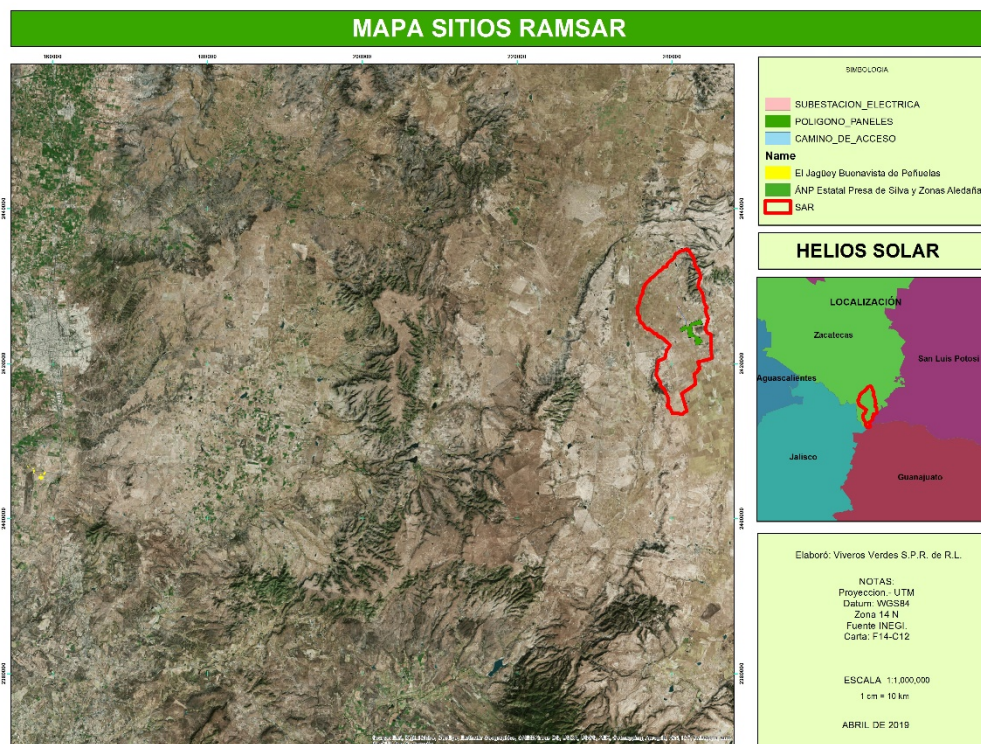


Figura III.3. Sitios RAMSAR cercanos al área del proyecto y SAR de Helios Solar

III.10 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE JURISDICCIÓN ESTATAL

En el Estado de Zacatecas existen áreas naturales protegidas estatales, las cuales tienen como finalidad preservar y restaurar ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, así como, lograr el aprovechamiento racional de los recursos naturales y mejorar la calidad del ambiente, de manera particular el área del proyecto no incide dentro de ninguna área natural de jurisdicción estatal, sin embargo se identificaron las siguientes ANP estatales pertenecientes al Estado de Guanajuato y San Luis Potosí, mismas que se identificaron como las más cercanas al proyecto y el SAR delimitado:

- 0 Sierra de Lobos, localizada en el Estado de Guanajuato.
- 0 Peña Alta, localizada en el Estado de Guanajuato.
- 0 Parque Metropolitano del Estado de Guanajuato
- 0 Paseo de la Presa, localizada en el Estado de San Luis Potosí
- 0 Ejido de San Juan de Guadalupe, localizada en el Estado de San Luis Potosí.

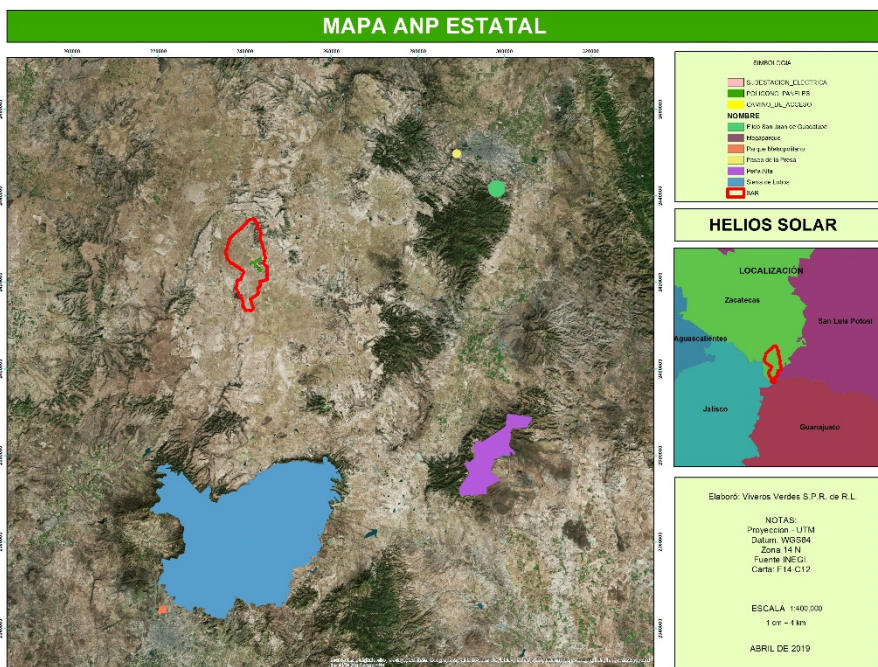


Figura III.4. ANP de jurisdicción estatal cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar

III.11 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS 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 evaluar 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 editado 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.

ELEMENTOS DE LA BIODIVERSIDAD ANALIZADOS	COBERTURAS INCLUIDAS
Tipos de vegetación críticos (68)	68
Riqueza de plantas – familias y géneros – (80)	13
Plantas en la NOM-059-Semarnat-2001 (185)	152
Árboles en la NOM-059-Semarnat-2001 (58)	39
Magueyes en la NOM-059-Semarnat-2001 (24)	23
Aves residentes (659)	273
Reptiles (698)	424
Anfibios (305)	208
Mamíferos (469)	242
Riqueza de especies vertebradas (8)	8
TOTAL	1,450

FUENTE: Página en línea de la Biodiversidad Mexicana emitida por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Tabla III. 16. Elementos de la biodiversidad analizados para las RTP



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

De acuerdo con la CONABIO, el área del proyecto donde se pretende instalar el proyecto así como el SAR no se encuentra dentro de ninguna región terrestre prioritaria, las más cercanas son:

- 0 Sierra Fría
- 0 Sierra de Álvarez
- 0 Sierras Santa Bárbara- Santa Rosa

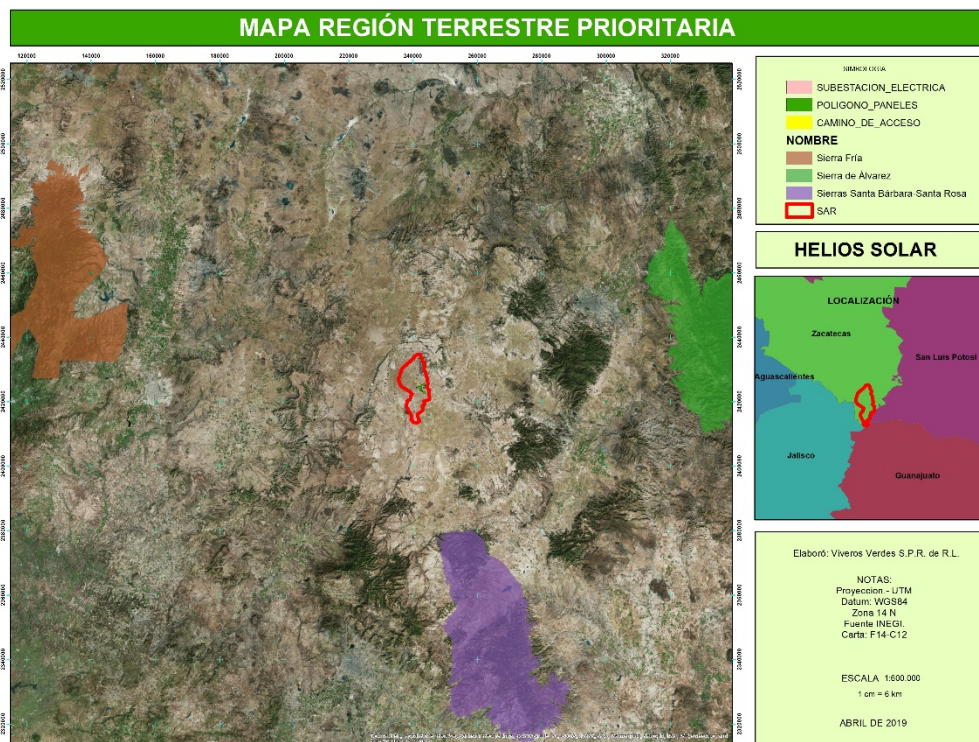


Figura III.5. RTP cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar

III.12 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS DE MÉXICO

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible.

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas



identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenible.

De acuerdo con la CONABIO el área del proyecto donde se pretende instalar la planta fotovoltaica de Helios Solar no incide ninguna área hidrológica prioritaria, las regiones más cercanas al área del proyecto y SAR delimitado son:

- 0 Cabecera del Río de la Laja
- 0 Confluencia de las Huastecas

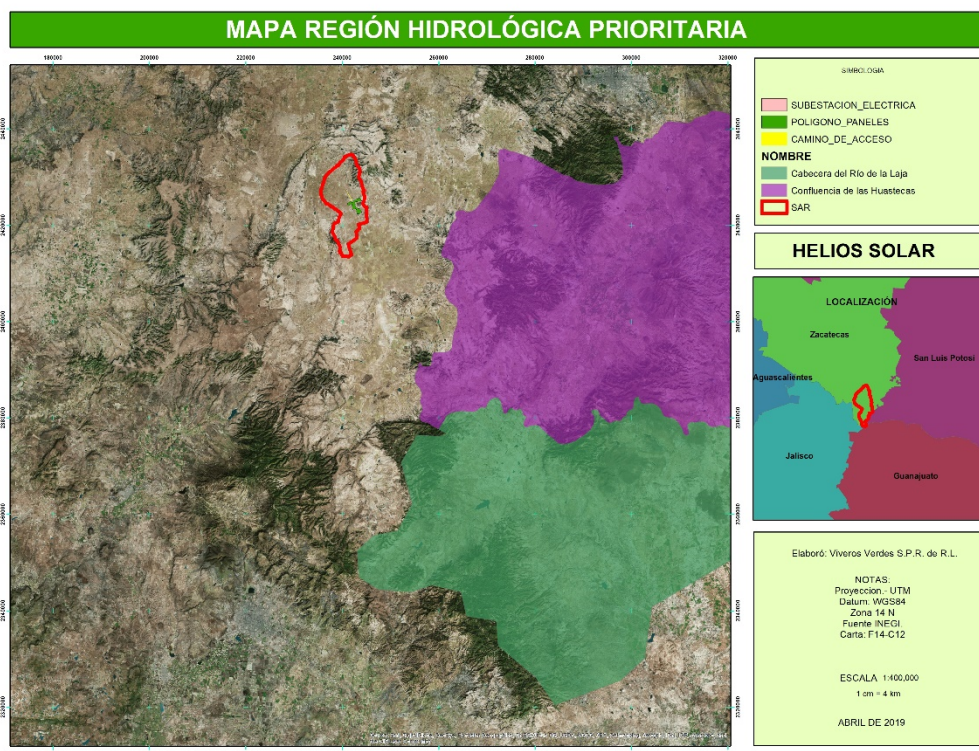


Figura III.6. RHP cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar

III.13 ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA)

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 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.

Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. Finalmente Contiene un directorio con los especialistas que participaron en el llenado de las fichas correspondientes. El listado completo incluye un total



230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union).

De acuerdo con la CONABIO, el área donde se pretende instalar la planta fotovoltaica de Helios Solar no se encuentra dentro de ninguna área de importancia para la conservación de las aves, las más cercanas son Sierra de Santa Ros, localizada en el Estado de Guanajuato y Sierra Fría en el Estado de Aguascalientes.

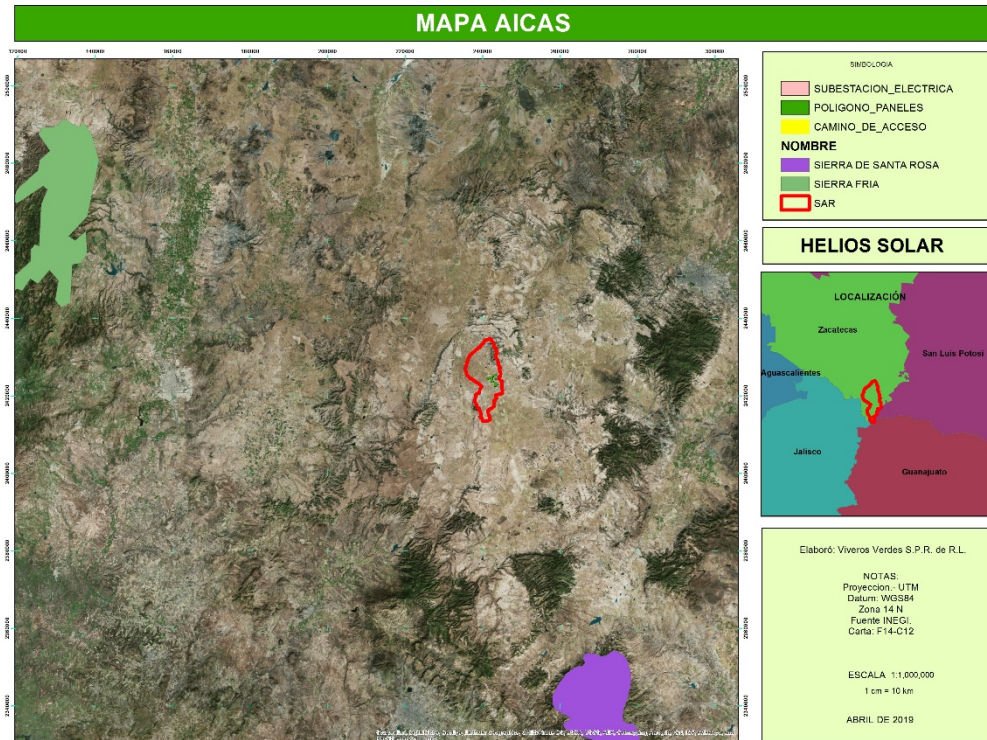


Figura III.7. AICAS cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar

III.14 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

III.14.1 AIRE

Las normas oficiales mexicanas en materia de aire que se vinculan al Proyecto son:

- **NOM-041-SEMARNAT-2006:** 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.
- **NOM-044-SEMARNAT-2017,** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del



escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.

- **NOM-045-SEMARNAT-1996:** Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

El proyecto se caracteriza por la utilización de tecnologías limpias dentro del sector energético, por tal motivo en su etapa operativa no habrá generación de emisiones a la atmósfera. Sin embargo, en las etapas de preparación del sitio y construcción, las actividades de movimiento de maquinaria, transporte de equipo y vehículos dentro del predio, se generarán emisiones a la atmósfera de manera temporal. Se tomarán las medidas necesarias previas de mantenimiento y verificación de los vehículos utilizados con objeto de ajustarse con los parámetros establecidos en esta Norma.

III.14.2 RUIDO

Las normas oficiales mexicanas en materia de ruido que se vinculan al Proyecto son:

- **NOM-080-SEMARNAT-1994:** 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.
- **NOM-081-SEMARNAT-1994:** Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Este proyecto no considera emisiones de ruido en la etapa de operación. Sin embargo, en la etapa de construcción, la generación será de manera temporal, debido al movimiento y operación de equipo y maquinaria, para ello se vigilara el cumplimiento de los límites máximos permisibles.

Se hará el mantenimiento periódico del equipo y maquinaria que será utilizada durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto y cumplirán con lo estipulado en las NOM-080. Se contempla un Programa de Vigilancia Ambiental para garantizar su cumplimiento.

III.14.3 AGUA

Las normas oficiales mexicanas en materia de agua que se vinculan al Proyecto son:

- **NOM-001-SEMARNAT-1996:** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Durante la preparación del sitio y construcción se contratarán sanitarios portátiles para el personal que estará laborando en campo y una empresa se hará cargo del manejo y disposición final de las aguas residuales en sitios autorizados.

En la operación del proyecto no habrá generación de aguas residuales, en consecuencia, no habrá descargas de aguas residuales en cuerpos de aguas. El tratamiento de aguas estará a cargo de una empresa especializada para la limpieza de sanitarios portátiles, quién será responsable del manejo y disposición final de residuos líquidos conforme a la normatividad aplicable.



Se comprarán pipas de agua tratada para el riego de las áreas desmontadas y así disminuir la emisión de polvos, por lo que se asegurará con el proveedor que cumpla con la NOM-003- SEMARNAT-1997.

III.14.4 MANEJO Y TRANSPORTACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y ABANDONO

El manejo de los residuos peligrosos generados en la etapa de construcción y operación del Proyecto se sujetará a lo establecido en las siguientes normas

- **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 por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

En materia de residuos, es importante señalar que se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el que se contemplan actividades de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, el proyecto cumplirá con lo señalado en los artículos aplicables de la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos y su respectivo reglamento.

III.14.5 FLORA Y FAUNA

Las normas oficiales mexicanas en materia de flora y fauna que se vinculan al Proyecto son:

- **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.

Esta establece un parámetro dentro de las especies de vida silvestre de nuestro país, en el cual se establecen las categorías de riesgo que algunas especies de vida silvestre tienen, y con el cual se tienen características especiales de protección, y por ende tiene un elemento de especial observación, para dichos ejemplares de vida silvestre.

Esta norma identifica las siguientes categorías de riesgo:

- a) Probablemente extinta en el medio silvestre (E):** 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.
- b) En peligro de extinción (P):** 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.
- c) Amenazadas (A):** 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.

- d) **Sujetas a protección especial (Pr):** 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.

En el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se identificará la flora y fauna que está considerada en la Norma 059-SERMARNAT-2010 así como la lista de especies prioritarias para su conservación.

Al respecto cabe destacar que el Proyecto contempla un Programa de Rescate y Reubicación para las especies de fauna que se encuentran en estatus de conservación, por lo que el Proyecto no pondrá en riesgo su conservación. Además, se contempla el monitoreo de estas medidas para verificar su efectividad.

III.14.6 HIDROCARBUROS

Las normas oficiales mexicanas en materia de hidrocarburos que se vinculan al Proyecto son:

- **NOM-044-SEMARNAT-1993:** Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.

El proyecto se caracteriza por la utilización de tecnologías limpias dentro del sector energético, por tal motivo en su etapa operativa no habrá generación de emisiones a la atmósfera. Sin embargo, en las etapas de preparación del sitio y construcción, las actividades de movimiento de maquinaria, transporte de equipo y vehículos dentro del predio, se generarán emisiones a la atmósfera de manera temporal. Se tomarán las medidas necesarias previas de mantenimiento y verificación de los vehículos utilizados con objeto de ajustarse con los parámetros establecidos en esta Norma.

- **NOM-138-SEMARNAT-SS-2005:** Que establecen los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

En particular, en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se llevarán a cabo, las precauciones y las medidas de seguridad a fin de evitar algún derrame de hidrocarburos tales como gasolina, diésel, aceites, etc., al suelo, debido al manejo de maquinaria y equipo. En caso de derrame, se deberá proceder de inmediato con la remediación correspondiente a través de una empresa competente que cuente con la tecnología adecuada para ello, y en consecuencia la aplicación de la norma en cita.



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

CONTENIDO

IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.....	6
IV.1	CRITERIOS DE DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR). 6	
IV.1.1	NIVELES DE REFERENCIA	6
IV.1.2	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR. 9	
IV.1.3	CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	11
IV.2	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SAR.....	13
IV.2.1	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR 13	
IV.3	ASPECTOS ABIÓTICOS	15
IV.3.1	FISIOGRAFÍA	15
IV.3.2	GEOLOGÍA.....	16
IV.3.3	EDAFOLOGÍA	19
IV.3.4	CLIMA	23
IV.3.5	HIDROLOGIA.....	27
IV.3.6	RELIEVE.....	33
IV.4	MEDIO BIÓTICO.....	34
IV.4.1	ÁREAS DE IMPORTANCIA.....	34
IV.4.2	REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)	34
IV.4.3	REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS DE MÉXICO.....	35
IV.4.4	ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)	36
IV.4.5	SITIOS RAMSAR	37
IV.5	VEGETACION	38
IV.5.1	USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL ESTADO DE ZACATECAS	38
IV.6	VEGETACIÓN EN EL SAR	38
IV.7	VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO	43
IV.7.1	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y DE BASES DE DATOS DE LA FLORA PRESENTE EN EL SAR 47	



IV.7.2	ESPECIES REGISTRADAS EN EL SAR, BIBLIOGRÁFICAMENTE, EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010	48
IV.7.3	TRABAJO DE CAMPO DE FLORA	48
IV.7.4	RESULTADO DE TRABAJO DE CAMPO EN EL SAR	51
IV.7.5	ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR ESTRATO	53
IV.8	RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO EN EL ÁREA DEL PROYECTO	57
IV.8.1	ESPECIES DE FLORA EN CATEGORÍA DE RIESGO CONFORME A LA NOM-059-SEMARNAT-2010, PARA EL SAR Y EL ÁREA DEL PROYECTO.	59
IV.8.2	ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR ESTRATO	59
IV.9	FAUNA	60
IV.9.1	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y BASE DE DATOS DE FAUNA PRESENTE EN EL SAR	60
IV.9.2	ESPECIES REGISTRADAS BIBLIOGRÁFICAMENTE, EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010.	66
IV.9.3	MÉTODO DE MUESTREO USADO POR CLASE	68
IV.9.4	RESULTADOS DE MUESTREO DE LA FAUNA EN EL SAR	69
IV.9.5	ABUNDANCIA RELATIVA	73
IV.9.6	ÍNDICES DE DIVERSIDAD	74
IV.9.7	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE CAMPO EN EL SAR	77
IV.9.8	MEMORIA DE CÁLCULO	77
IV.9.9	RESULTADOS DE MUESTREO DE FAUNA EN EL ÁREA DEL PROYECTO	77
IV.9.10	ABUNDANCIA RELATIVA	80
IV.9.11	ÍNDICES DE DIVERSIDAD	81
IV.9.12	MEMORIA DE CÁLCULO:	83
IV.9.13	COMPARATIVA ENTRE EL SAR Y EL ÁREA DEL PROYECTO	83
IV.10	MEDIO SOCIECONÓMICO	86
IV.10.1	LOCALIDADES	87
IV.10.2	DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE	91
IV.10.3	PAISAJES NATURALES	92
IV.10.4	PAISAJES ANTRÓPICOS	92
IV.11	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	93



TABLAS

Tabla IV. 1. Distribución geopolítica del SAR.....	12
Tabla IV.2 Usos del suelo y vegetación en el SAR para los años de 2003 y 2016.	13
Tabla IV.3. Superficies por tipo de clima	24
Tabla IV. 4. Temperaturas mensuales registradas dentro de la zona del proyecto.	25
Tabla IV. 5. Precipitación promedio mensual de la zona.....	25
Tabla IV.6. Uso de suelo y Vegetación en el SAR. Serie VI.....	38
Tabla IV. 7. Usos de suelo y tipo de vegetación para el SAR INEGI Serie VI	43
Tabla IV.8 . Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR. UTM (WGS84, Datum 13).....	51
Tabla IV.9 . Listado florístico de especies registradas en el SAR.	53
Tabla IV. 10. Listado florístico de especies registradas en el SAR para el estrato arbóreo	54
Tabla IV.11. Listado florístico de especies registradas en el SAR para el estrato arbustivo	54
Tabla IV.12. Listado florístico de especies registradas en el SAR para el Grupo de Cactáceas	54
Tabla IV.13. Listado florístico de especies registradas en el SAR para el estrato herbáceo.....	55
Tabla IV.14. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo del SAR	56
Tabla IV. 15. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo del SAR	56
Tabla IV.16. Valor de importancia calculado para las especies de flora del grupo de cactáceas del SAR.....	57
Tabla IV.17. Valor de importancia calculado para las especies de flora del estrato herbáceo del SAR	57
Tabla IV.18. Coordenadas de los sitios del muestreo en el área del proyecto.....	57
Tabla IV.19. Listado florístico de especies registradas en el área del proyecto.	59
Tabla IV.20. Listado de aves potenciales en el SAR	62
Tabla IV.21. Listado de mamíferos potenciales en el SAR.....	63
Tabla IV.22. Listado de reptiles potenciales en el SAR	66
Tabla IV.23. Especies registradas bibliográficamente bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.	67
Tabla V.24. Especies de vertebrados registrados en el SAR.	71
Tabla IV.25. Aves identificados en los transectos realizados en la superficie del SAR.	74
Tabla V. 26. Mamíferos identificados en los transectos realizados en la superficie del SAR.	74
Tabla V. 27. Mamíferos identificados en los transectos realizados en la superficie del SAR.	74
Tabla IV.28. Aves identificadas en la superficie del SAR, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (20 especies).....	75
Tabla IV.29. Mamíferos identificados en la superficie del SAR, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (seis especies).	76
Tabla IV.30. Reptiles identificados en la superficie del SAR, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (cuatro especies).	76
Tabla IV. 31. Coordenadas UTM (Datum WGS84) de los transectos de muestreo establecidos para inferir la composición de especies de fauna en el área del proyecto.....	78
Tabla IV.32. Especies de vertebrados registrados en el área del proyecto.	80
Tabla IV.33. Aves identificadas en los transectos realizados en la superficie del proyecto.	81
Tabla IV.34. Mamíferos identificados en los transectos realizados en la superficie del proyecto.....	81
Tabla IV.35. Reptiles identificados en los transectos realizados en la superficie del proyecto.....	81
Tabla IV.36. Aves identificadas en el área del proyecto (16 especies).	82
Tabla IV.37. Mamíferos identificados en el área del proyecto (cuatro especies).	82
Tabla IV. 38. Reptiles identificados en el área del proyecto (dos especie).	82
Tabla.IV.39. Especies registradas en el SAR y área del proyecto y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	84
Tabla IV.40. Valores del índice de Shannon registrados para Aves en el SAR y área del proyecto	85
Tabla IV.41. Valores del índice de Shannon registrados para mamíferos en el SAR y área del proyecto,	85



Tabla IV.42. Valores del índice de Shannon registrados para reptiles en el SAR y área del proyecto,..... 85
Tabla IV. 43. Rasgos sociodemográficos del Municipio Pinos, Zacatecas 2005-2010 88

FIGURAS

Figura IV. 1. Modelo de la integración natural de los componentes según García Romero (1998). 10
Figura IV.2 Esquema del Sistema Natural de la Cuenca Hidrográfica (García, 2002). 11
Figura IV.3. Sistema ambiental Regional del Proyecto. 12
Figura IV.4. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación Serie III. INEGI 2003 14
Figura IV.5. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI. INEGI 2016 14
Figura IV.6. Provincias fisiográficas dentro del SAR..... 15
Figura IV.7. Geología dentro del SAR..... 19
Figura IV.8. Edafología dentro del SAR. 20
Figura IV.9. Niveles de erosión del SAR. 21
Figura IV. 10. Regionalización Sísmica de la República Mexicana. FUENTE: CENAPRED (2001)..... 22
Figura IV.11. Regionalización sísmica del SAR 23
Figura IV.12. Clima del SAR..... 24
Figura IV.13. Temperaturas promedio mensuales dentro de la zona del proyecto. 25
Figura IV.14. Precipitación media mensual. 26
Figura IV.15. Radiación solar en la República Mexicana..... 26
Figura IV.16. Regiones hidrológicas del SAR..... 27
Figura IV.17. Cuencas del SAR 28
Figura IV.18. Hidrología superficial del SAR..... 30
Figura IV.19. Acuífero Pinos del SAR 31
Profundidad al nivel estático 32
Figura IV.20. Profundidad al nivel estático del Acuífero Pinos(septiembre 2005) 32
Figura IV.21. Elevación al nivel estático del Acuífero Pinos (septiembre 2005) 33
Figura IV.22. Sistema de topoformas dentro del SAR. 34
Figura IV.23. RTP cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar 35
Figura IV.24. RHP cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar 36
Figura IV.25. AICAS cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar..... 37
Figura IV.26. Sitios RAMSAR cercanos al área del proyecto y SAR de Helios Solar 37
Figura IV.27. Uso de suelo y Vegetación en el SAR..... 39
Figura IV. 28. Usos de suelo y tipo de vegetación para el área del proyecto INEGI Serie VI 44
Figura IV. 29. Vista panorámica del área del proyecto 44
Figura IV.30. Panorámica del área del proyecto. 45
Figura IV.31. Usos de suelo y tipo de vegetación para el SAR INEGI Serie I. 45
Figura IV.32. Usos de suelo y tipo de vegetación para el SAR INEGI Serie III 46
Figura IV.33. Usos de suelo y tipo de vegetación para el SAR INEGI Serie VI. 46
Figura IV.34. Esquema que muestra la delimitación de las parcelas de muestreo. 49
Figura IV.35. Localización de los Sitios de Muestreo en el área del SAR 52
Figura IV. 36. Distribución de especies por Familia taxonómica en el SAR 52
Figura IV.37. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación de SBC realizado en el SAR..... 55
Figura IV.38. Localización de los sitios de muestreo en el área del proyecto. 58
Figura IV.48. Diagrama ilustrativo del método de puntos de conteo. 68
Figura IV.40. Ubicación de los transectos de muestreo en el SAR. 70
Figura IV.41. Porcentaje por clase de los registros de fauna en el SAR..... 70
Figura IV.42. *Corvus corax* perchando sobre un *Schinus molle* en el SAR..... 72
Figura IV.43. Madrigueras y excretas de *Sylvilagus audubonii* en el SAR 72



Figura IV.45. Número de especies y registros por clase de vertebrados, registrados dentro del SAR.....	73
Figura IV.46. Concentrado de resultados de los muestreos realizados para el SAR.	77
Figura IV.47. Ubicación de los transectos de muestreo en el área del proyecto.	78
Figura IV.48. Porcentaje por clase de los registros de fauna en el área del proyecto.	79
Figura IV.49. Número de especies y registros por clase de vertebrados, registrados dentro del área del proyecto.	80
Figura IV.50. Concentrado de resultados de los muestreos realizados para el área del proyecto.	83
Figura IV. 51. Valores del índice de Shannon registrados para el SAR y el área del proyecto.....	86
Figura IV.52. Municipios dentro del SAR	87
Figura. IV.53. Localidades dentro del SAR	88
Figura IV.54. Rasgos sociodemográficos del Municipio Pinos, Zacatecas 2015	89
Figura IV.55. PEA del Municipio Pinos, Zacatecas 2015	89
Figura IV.56. Escolaridad del Municipio Pinos, Zacatecas 2015	90
Figura IV.57. Acceso a servicios de Salud en el Municipio Pinos, Zacatecas 2015	90
Figura IV.58. Marginación y pobreza en el Municipio Pinos, Zacatecas 2015.....	91



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

IV.1 CRITERIOS DE DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).

En la actualidad la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental está basada generalmente en el análisis de la Evaluación del Impacto Ambiental de proyectos a nivel predio, obviando las estrategias de desarrollo sustentable sectorial y regional, así como la falta de interacción de las políticas de conservación y desarrollo sustentable.

De acuerdo con lo propuesto en el Capítulo III, la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental está dirigida y sustentada a partir de los lineamientos de las estrategias de desarrollo sustentable sectorial y regional, así como de las políticas de conservación y desarrollo sustentable, a través de planes y programas de ordenamientos ecológicos y planes de desarrollo regionales y locales, que permitan que el proyecto una vez cumplidas dichas directrices embone dentro de los proyectos que buscan la sustentabilidad ambiental. Por lo que, bajo el mismo contexto, el Sistema Ambiental Regional (SAR) propuesto para área del proyecto, se pretende definir desde un enfoque ecosistémico considerando las características de los procesos y componentes ambientales que potencialmente interactúan con las áreas de proyecto.

Lo anterior se considera relevante toda vez que una evaluación de impacto ambiental a nivel regional permite identificar una gama mayor de impactos ambientales, como pueden ser el recurso agua; sin embargo, dichos impactos pueden ser significativos a escala regional, pero no a nivel de las áreas de proyecto y mucho menos a nivel del área utilizable.

IV.1.1 NIVELES DE REFERENCIA

Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional se integró geográficamente las interrelaciones entre el ambiente, la población y sus actividades. Esta noción permite identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan el funcionamiento de dicho conjunto y efectuar previsiones. Los objetivos de los estudios de impacto ambiental son:

- a. Anticipar, prevenir, minimizar o revertir las adversidades biofísicas, sociales significativas, así como otras consideradas como relevantes.
- b. Asegurar la integridad funcional y la capacidad de carga de los sistemas naturales y los procesos ecológicos, así como proteger los aspectos culturales y estéticos asociados al ambiente.
- c. Garantizar el rango más amplio de usos y beneficios de los ambientes no degradados, sin riesgos ni otra consecuencia ambiental indeseable.
- d. Garantizar la calidad de los recursos renovables e impulsando el reciclaje de los recursos no renovables; y,
- e. Promover el desarrollo sustentable y optimizar el uso y manejo de los recursos naturales.

Así, considerando que uno de los principales objetivos de la Evaluación de Impacto Ambiental es garantizar que el desarrollo del proyecto no tendrá consecuencias negativas para el medio ambiente de la escala mayor, es necesaria la integración en diferentes niveles de complejidad y escala, empleando para ello el enfoque sistémico el cual permite definir la escala territorial concreta según las características del proyecto y su emplazamiento. Este mismo enfoque permite comprender el



arreglo y funcionamiento de los distintos componentes tanto ambientales como socioeconómicos que interactúan entre sí en un mismo espacio geográfico.

Desde esta aproximación teórico-conceptual el ecosistema se concibe como un sistema complejo (García, 1998) el cual se caracteriza principalmente por la confluencia de procesos que funcionan como una totalidad organizada, esto es que está conformado por subsistemas, cuyas relaciones e interacciones definen una estructura que funcionan como un conjunto que a su vez presenta diferentes niveles de organización y manifestación espacio temporal y los cuales pueden ser observados de acuerdo a la escala de estudio.

A partir de esta perspectiva teórica conceptual es posible tener una lectura integrada de los componentes ambientales y de origen antrópico a partir de la identificación y especialización de unidades ecológicas funcionales (unidades naturales) a diferentes escalas al reconocer la presencia de combinaciones únicas y con procesos que las diferencian entre sí.

El enfoque sistémico posibilita la definición y eslabonamiento de escalas espaciales y temporales, así como la articulación de niveles de integración espacial y funcional de manera taxonómica, jerárquica y anidada. Al mismo tiempo, esta misma aproximación permite compaginar tres aproximaciones conceptual-metodológicas en el proceso de comprender la funcionalidad y expresión territorial de los ecosistemas: **la ecosistémica, la geográfica y el concepto de cuenca hidrológica.**

Desde esta perspectiva, el SAR forma parte de una estructura funcional que está organizada en niveles jerárquicos donde el conjunto de componentes ambientales así como el tipo de procesos e interacciones entre éstos se presentan en arreglos únicos y diferenciables vinculándose de manera jerárquica y taxonómica hacia niveles inferiores; estos últimos, de acuerdo a su propia naturaleza y dinámica, se expresan en dimensiones espaciales diferentes y también requieren de distintos tiempos para evolucionar. Es importante señalar que existe una correlación entre los niveles de manifestación espacio-temporal, la escala y el nivel de detalle de la información.

De esta manera se parte de que el Sistema Ambiental Regional forma parte de un entorno más extenso, es decir, se inscribe dentro de un área de referencia, la cual se considera como uno de los niveles jerárquicos más altos de organización funcional.

El Área de Referencia se considera como un marco geográfico general que permite identificar las temáticas regionales y su expresión territorial. En esta Área de Referencia, el conjunto de componentes ambientales, el tipo de procesos e interacciones entre éstos se presentan en arreglos únicos y diferenciables vinculándose de manera jerárquica y taxonómica hacia niveles inferiores; estos últimos, de acuerdo con su propia naturaleza y dinámica, se expresan en dimensiones y escalas espaciales diferentes y también requieren de distintos tiempos para evolucionar.

Este nivel jerárquico posibilita el cambio de escalas de menor a mayor detalle permitiendo apreciar el papel que juega cada uno de los componentes tanto ambientales como antrópicos en un lugar y tiempo determinado; es decir, permite **la identificación de los diferentes niveles de manifestación espacio-temporal** y arreglos en los que se presentan los diferentes componentes



ambientales y de esta manera, reconocer aquellos de carácter crítico en términos de la integridad funcional del ecosistema así como para el tipo de proyecto que se pretende desarrollar.

El área de referencia solamente apoya en la identificación de grandes sistemas ambientales que existen a un nivel mucho más amplio que el SAR y las áreas de proyecto y sirven de base para establecer los diferentes procesos ecosistémicos que se desarrollan a nivel regional.

El segundo nivel jerárquico corresponde al **Sistema Ambiental Regional**, el cual se define a partir de la naturaleza y características del mismo proyecto, así como del emplazamiento de éste último en el territorio. En este nivel de organización funcional se selecciona y analiza la información ambiental específica sobre el conjunto de componentes y tipos e intensidad de procesos que configuran la estructura y dinámica del SAR.

A este nivel es posible entonces delimitar espacial- y temporalmente la organización y arreglo de los componentes ambientales a través de la identificación de patrones únicos y diferenciables vinculándose de manera jerárquica y taxonómica hacia niveles inferiores, es decir, unidades homogéneas a partir de las cuales es posible determinar las posibles interacciones del proyecto en sus diferentes etapas y sus componentes.

En esta escala también es posible identificar los componentes y procesos que le otorgan el carácter y la configuración actual de los diferentes ecosistemas que se desarrollan al interior del SAR así como **las relaciones causa-efecto** que se establecen entre éste último y las actividades antrópica en un periodo de tiempo determinado. De esta manera, la delimitación del Sistema Ambiental Regional **se construirá con base en el concepto de cuenca hidrológica** ya que, de acuerdo con Garrido, Pérez Damián, et. al. (2010) y Toledo (2006).

Ésta es la aproximación conceptual más utilizada para el estudio y gestión de los recursos naturales en México y el mundo, ya que la delimitación y análisis de la cuenca hidrológica permiten comprender el comportamiento y dinámica del espacio geográfico a través de los flujos hídricos, superficiales y subterráneos, así como los flujos de nutrientes, materia y energía que se establecen en el complejo mosaico que conforman el conjunto de paisajes terrestres, acuáticos y sus interfaces, es decir, la expresión espacial de los ecosistemas.

Los últimos dos niveles jerárquicos se refieren a escalas más detalladas de análisis en las cuales se pone un mayor énfasis en los componentes críticos del Sistema Ambiental Regional en relación con la naturaleza y características del proyecto a nivel del predio. Mientras que, a nivel de proyecto, el enfoque se centra en las áreas aprovechables del predio.

De esta manera, a partir del establecimiento de niveles de organización es posible identificar las características regionales y locales de la estructura y organización de dichos ecosistemas en cada uno de los niveles permitiendo la **articulación del Sistema Ambiental Regional, las unidades homogéneas, el predio y las áreas aprovechables del proyecto.**



IV.1.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR.

Según CONABIO, los cuatro procesos ecológicos fundamentales de los ecosistemas son el ciclo del agua, los ciclos biogeoquímicos (o nutrientes), el flujo de energía, y la dinámica de las comunidades, es decir, cómo cambia la composición y estructura de un ecosistema después de una perturbación (sucesión ecológica). En estos procesos interactúan tanto componentes abióticos como bióticos. Para lo cual, se han diseñado una serie de indicadores que buscan caracterizar cuantitativamente estos procesos, con el fin de tener un conocimiento detallado, el cual permita tomar decisiones para la gestión de los ecosistemas y sus recursos.

Sin embargo, en México no existen bases de datos completas y en algunos casos no son confiables. Además, los esfuerzos científicos se encuentran desarticulados, y en diferentes escalas de trabajo, dificultando la complementariedad e integración de los datos y los estudios en general.

En el caso de la evaluación en impacto ambiental, al tratarse de estudios de línea base, a diferencia de las investigaciones científicas, están enfocadas a establecer el estado actual de los ecosistemas que se desarrollan en el área donde pretende desarrollar el proyecto. A partir de esta caracterización, se identifican los posibles efectos o cambios que un proyecto puede ocasionar en dichos ecosistemas en una porción específica del territorio y en un tiempo determinado. Esto es, los estudios de impacto ambiental tienen un carácter práctico y operativo. De esta manera, es necesario partir de un enfoque conceptual-metodológico, que comprenda tanto aspectos jurídicos-administrativos, como técnicos, que permitan la toma de decisiones en materia de impacto ambiental.

De ahí, tal y como se explicó en el apartado anterior, se emplea el enfoque ecosistémico y geosistémico, haciendo énfasis en las dimensiones espacial y temporal, ya que éstas son fundamentales para evaluar los posibles cambios en una porción específica del territorio. En este caso, la caracterización y comprensión de los procesos ecosistémicos se abordan desde una dimensión geográfica bajo el modelo, estableciendo las diferentes interrelaciones en un esquema jerárquico partiendo de las diferentes escalas hasta llegar a nivel predio. Y en este último nivel, se generan indicadores cuantitativos relacionados con los componentes mesoestructurales, suelos y vegetación.

En el caso de la vegetación, los procesos ecosistémicos están relacionados con la dinámica sucesional, y que para el caso del SAR se analizan desde la perspectiva de cambios de usos del suelo en un determinado período. Para lo cual, se realiza un análisis de cambio de coberturas por tipo de vegetación con base en la información cartográfica disponible, para después a nivel de predio establecer indicadores más detallados de las comunidades bióticas que se desarrollan al interior del SAR. Con base en esta información y la lectura conjunta de los procesos ecosistémicos principales, se define la estructura y funcionalidad del SAR y los ecosistemas que se desarrollan al interior de éste.

Derivado de lo anterior, los procesos ecosistémicos se extienden hacia los componentes abióticos para comprender los flujos de materia, energía e información en los diferentes niveles, los cuales presentan manifestaciones espacio-temporales distintas en función de la escala de aproximación.



Con base en esta conceptualización, para el funcionamiento del SAR se consideran los siguientes procesos como los más relevantes en la configuración y dinámica de los ecosistemas:

- **Procesos geológico-geomorfológicos:** Estos procesos se revisan a dos escalas espaciotemporales: regional y local. En el primer nivel, se hace referencia al origen sedimentario, la definición de grandes unidades del relieve y su nivel de estabilidad como parte de los componentes macroestructurales que definen condiciones para el desarrollo de suelos y tipos de vegetación. Y en una segunda escala de aproximación, los procesos geológico-geomorfológicos se refieren al microrrelieve; es decir, la configuración estructural particular, sus características.
- **Procesos geohidrológicos:** Se encuentra asociado al origen de la formación de la península, así como de las formaciones geológicas actuales (fracturamientos) que definen la dirección de los flujos hidrológicos subterráneos. A partir del cual se pueden distinguir los medios por donde circula el agua subterránea: el medio poroso con permeabilidad primaria y secundaria e intergranular y de fracturas, el medio fracturado con permeabilidad secundaria y el medio de doble porosidad con permeabilidad combinada, intergranular y de fracturas. Asimismo, define el patrón de flujo subterráneos y las características del acuífero.
- **Tipos de Vegetación:** Uno de los componentes más sensibles a los cambios ya sea de origen natural o antrópico es la vegetación. La identificación de los tipos de vegetación, su distribución, su estructura y los cambios que se han generado en los últimos años por causas naturales y las actividades antrópicas se emplean como indicador de la dinámica de la vegetación a escala del Sistema Ambiental Regional permitiendo en conjunto con el resto de los componentes y procesos, el nivel de integridad funcional de los ecosistemas

En el siguiente diagrama se incluyen los factores ambientales, las relaciones que establecen entre sí y que en conjunto ejercen mayor influencia en la estructura y funcionamiento del Sistema Ambiental Regional:

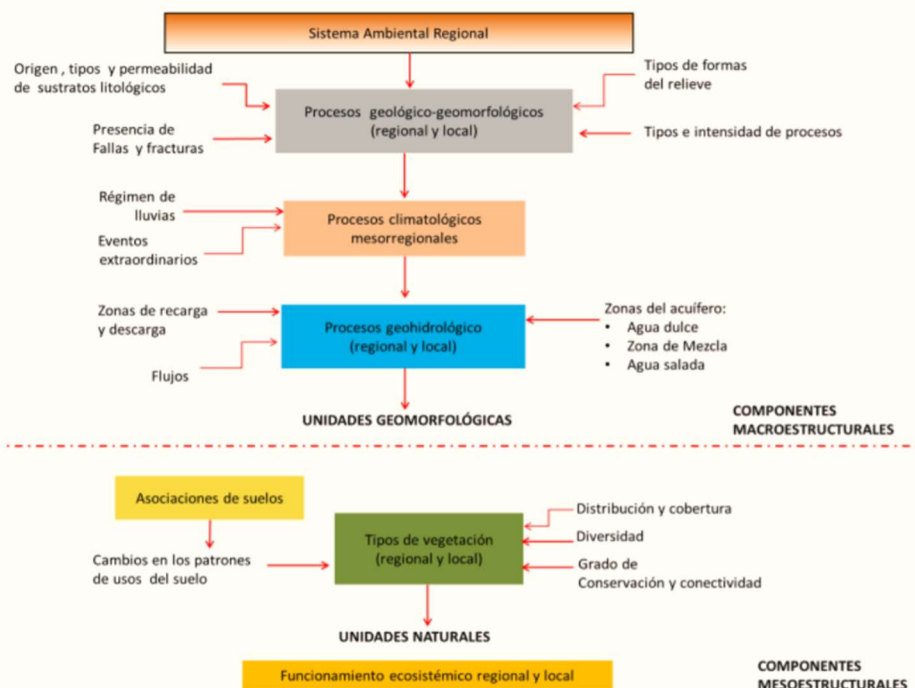


Figura IV. 1. Modelo de la integración natural de los componentes según García Romero (1998).



IV.1.3 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El criterio principal para la delimitación espacial del Sistema Ambiental Regional es la definición de microcuencas hidrográficas ya que acuerdo con Garrido, Pérez Damián, et. al. (2010) y Toledo (2006), éstas son la aproximación conceptual más utilizadas para el estudio y gestión de los recursos naturales en México y el mundo, ya que la delimitación y análisis de éstas permiten comprender el comportamiento y dinámica del espacio geográfico a través de los flujos hídricos, superficiales y subterráneos, así como los flujos de nutrientes, materia y energía que se establecen en el complejo mosaico que conforman el conjunto de paisajes terrestres, acuáticos y sus interfaces, es decir, la expresión espacial de los ecosistemas.

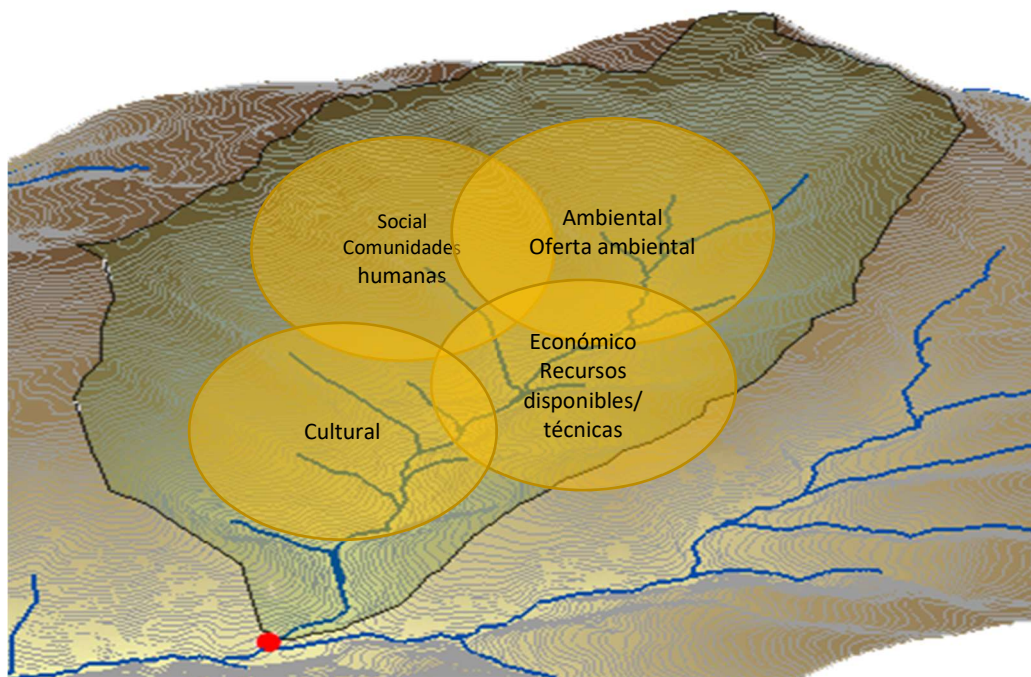


Figura IV.2 Esquema del Sistema Natural de la Cuenca Hidrográfica (García, 2002).

El Sistema Ambiental Regional (SAR) es el espacio geográfico en donde se desarrolla un proyecto o actividad la cual pudiera tener efectos sobre los diferentes componentes ambientales que lo conforman (aire, agua, suelo, geomorfología, vegetación, fauna, etc.), ya sea de forma directa o indirecta, en el corto, mediano y largo plazo.

Para la delimitación del SAR es necesario tomar en cuenta los aspectos físico-biológicos del área de influencia del proyecto, para esto en primer lugar y dada la naturaleza y extensión del proyecto se concibió el proyecto a nivel de Subcuenca hidrológica. A continuación, se presenta el análisis de cada uno de los aspectos.

- a) Como primer criterio para la delimitación del SAR fue establecido mediante el diseño de un sistema de microcuencas elaboradas a partir de un modelo digital de elevación.



- b) El segundo criterio utilizado para la delimitación del sistema ambiental regional fue el acuífero en el que se ubica el proyecto.
- c) El tercer criterio utilizado fue el sistema de topoformas, por lo que se tomó en cuenta el sistema de bajadas con lomeríos que es el sistema donde se encuentra el proyecto y el cual tiene influencia en este tipo.

Considerando los criterios anteriores el SAR queda comprendido espacialmente, está ocupado por dos regiones Hidrológicas, que corresponden a RH37 El Salado y RH12 Lerma Santiago, el SAR se localiza en dentro del Acuífero de Pinos, en donde las corrientes de agua son de tipo intermitente. Una vez delimitado el SAR queda con una extensión de **11,543.0088 ha** distribuida de la siguiente manera:

Estado	Municipio	Superficie (ha)	% Respecto a superficie total
Guanajuato	Ocampo	0.04253721	0.00%
Zacatecas	Pinos	11514.3675	99.75%
San Luis Potosí	Villa de Arriaga	26.1210725	0.23%
Jalisco	Ojuelos de Jalisco	2.47769787	0.02%
Total		11,543.0088	100.00%

Tabla IV. 1. Distribución geopolítica del SAR

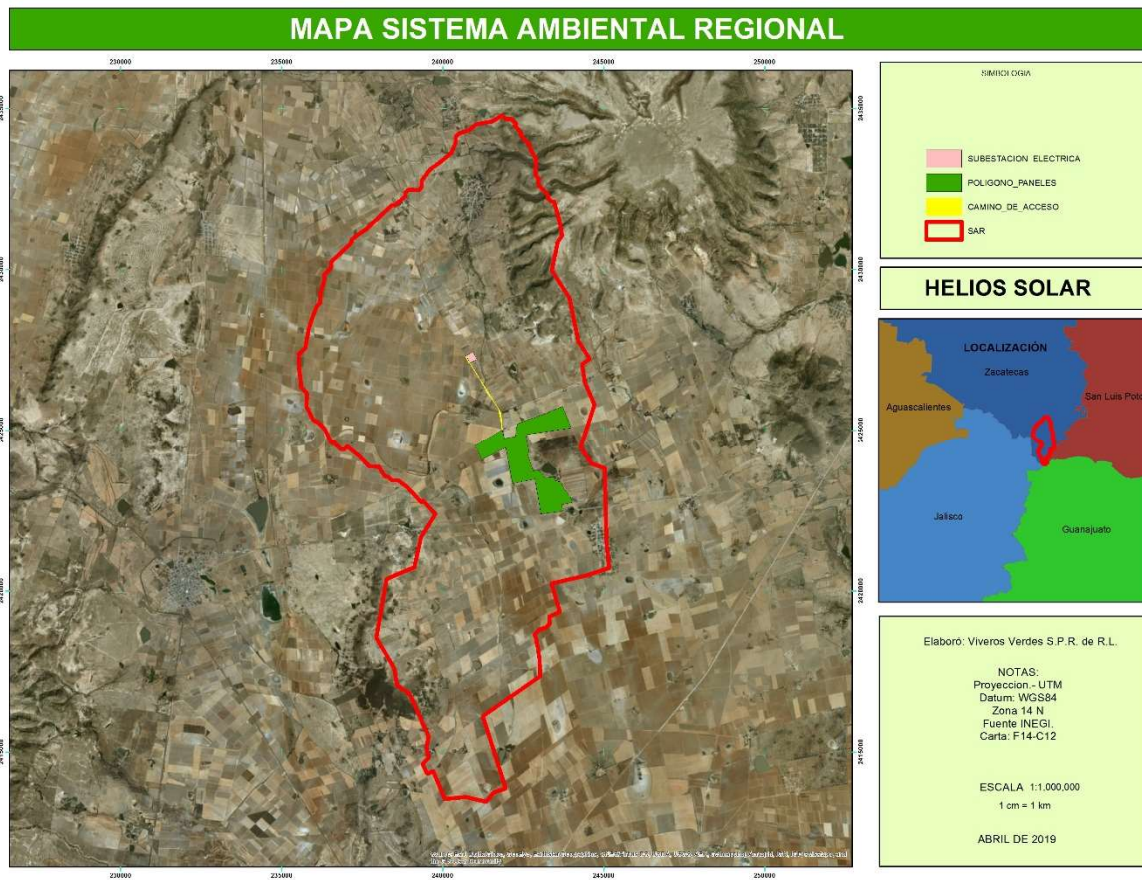


Figura IV.3. Sistema ambiental Regional del Proyecto.



IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SAR

La caracterización del medio físico se hizo a través del análisis documental y cartográfico elaborado por el INEGI y otras dependencias gubernamentales, los aspectos del medio biótico se realizaron a través de una exhaustiva revisión bibliográfica, complementado y verificado con los trabajos de campo. Los aspectos del medio socioeconómico del SAR se caracterizaron a nivel municipal con la información del último censo del 2010 así como los estudios de marginación elaborados por CONAPO.

IV.2.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR

Para hacer el análisis retrospectivo del SAR se utilizaron las cartas de usos del suelo y vegetación de INEGI, en particular la Serie III elaborada con información del año 2003 y la Serie VI correspondiente al año 2016. A continuación, se presenta una tabla comparativa de uso de suelo y vegetación del SAR identificada para los años 2003 y 2016.

TIPO DE ECOSISTEMA	USO DE SUELO Y VEGETACION	SUPERFICIE 2003		SUPERFICIE 2016	
		ha	%	ha	%
NATURAL	Cuerpo de agua	27.4282	0.24%	66.6397	0.58%
	Matorral crassicaule	244.2992	2.12%	243.1335	2.11%
	Bosque de encino	185.1826	1.60%	184.6430	1.60%
	Pastizal inducido	657.1329	5.69%	99.9480	0.87%
	Pastizal natural	685.6375	5.94%	144.0688	1.25%
MODIFICADA	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	888.9086	7.70%	1,359.4537	11.78%
	Agricultura de temporal plantación agrícola permanente	97.2476	0.84%	74.1650	0.64%
	Agricultura de temporal anual	8,565.2346	74.20%	9,180.0450	79.53%
ARTIFICIAL	Urbano construido	191.9376	1.66%	190.9122	1.65%
TOTAL		11,543.0088	100.00%	11,543.0088	100%

Tabla IV.2 Usos del suelo y vegetación en el SAR para los años de 2003 y 2016.

De acuerdo con la tabla comparativa se puede observar que entre 2003 y 2016 no existen variaciones significativas entre los nueve tipos de uso de suelo y vegetación identificadas para ambos periodos, para el caso de la superficie de vegetación natural esta se vio disminuida de un 15.6% a un 6.4%, sin embargo, para la vegetación de matorral crassicaule y bosque de encino, esta superficie se ha mantenido por más de 10 años.

Para el caso de la vegetación modificada, se puede observar la presencia de presión de las actividades antrópicas sobre el territorio al incrementar el uso de suelo agrícola en el SAR, no así en la superficie de uso urbano y/o habitacional el cual ha mantenido constante durante más de 10 años. Derivado de lo anterior, se observa que alrededor del 80% de la superficie del SAR, se encuentra perturbada principalmente sus actividades antropogénicas como es la agricultura y la ganadería.

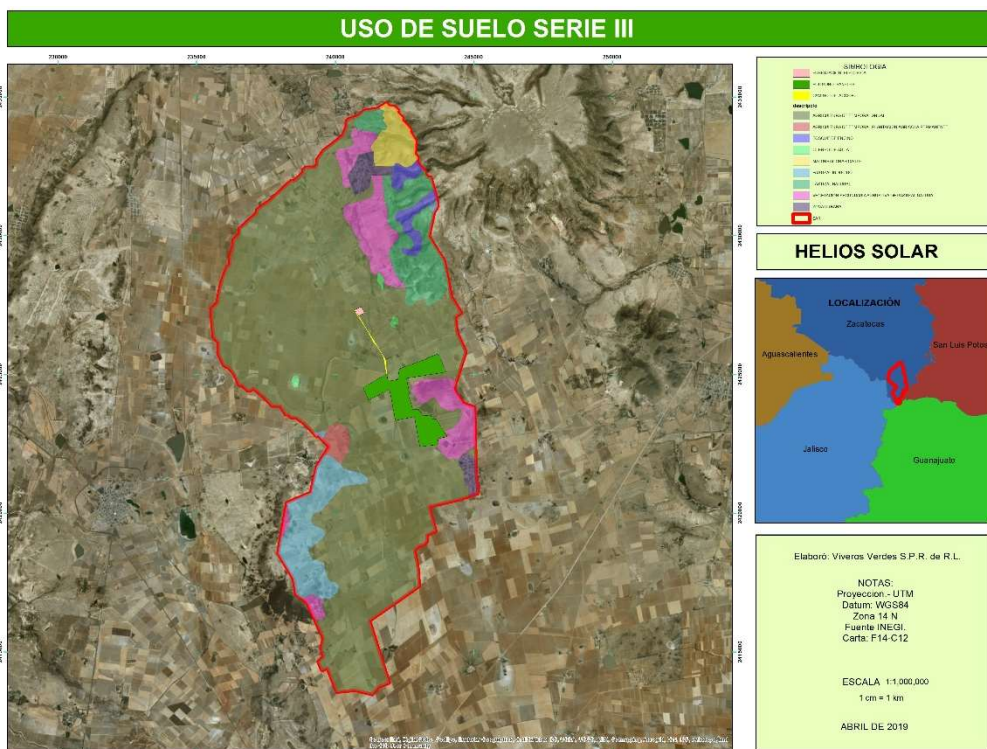


Figura IV.4. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación Serie III. INEGI 2003

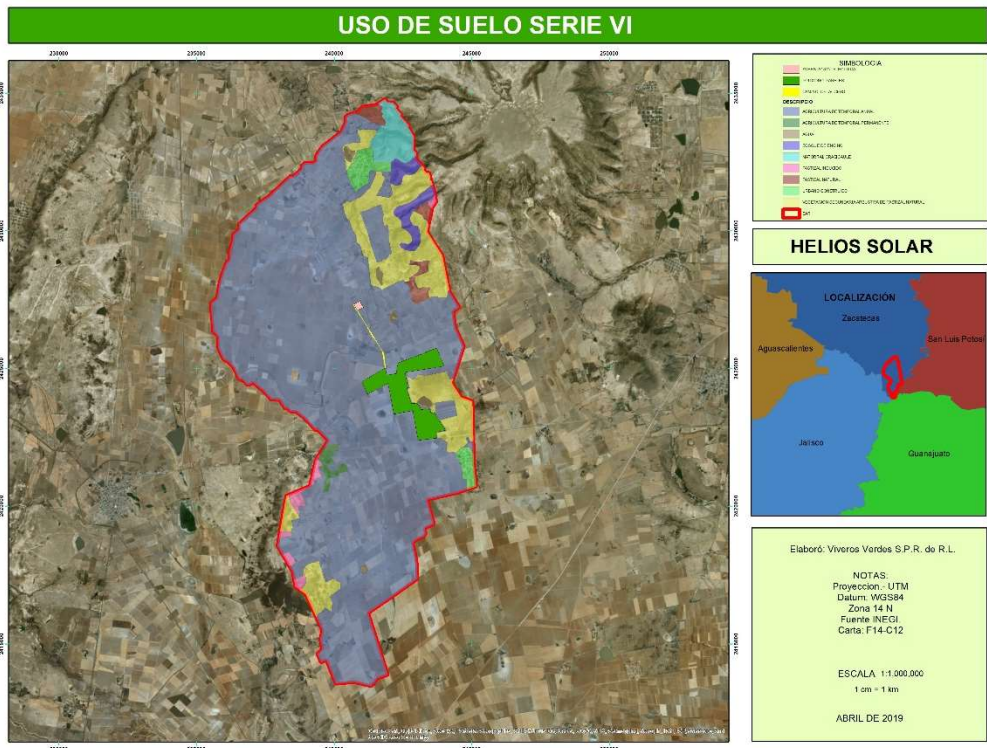


Figura IV.5. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI. INEGI 2016



IV.3.1.2 Subprovincias fisiográficas

El SAR forma parte de la Subprovincia de los Llanos y Sierras Potosinos- Zacatecanos, localizado en el área oriental del Estado de Zacatecas (2000 m.s.n.m), que tiene el grueso de su territorio en el Estado de San Luis Potosí. Su piso es de caliche (horizonte petrocálcico). En esta gran llanura, existen sierritas dispersas y franjas delgadas, alargadas y bajas llamadas "bajíos".

Entre los bajíos y las partes más elevadas el horizonte petrocálcico impermeable se encuentra a muy poca profundidad bajo el suelo: en cambio, en los bajíos hay suelos profundos dedicados en su mayor parte a la agricultura. De alguna manera estos bajíos pueden considerarse como franjas recolectoras de agua que, en época de lluvias, presentan existencias hídricas muy superiores a las que corresponden a la precipitación.

IV.3.1.3 Geomorfología

El desarrollo del ciclo geomorfológico de la región donde se ubica el SAR, es el resultado de una serie de eventos tectónicos que modelaron el área, levantando primero el relieve al manifestarse los efectos de los diferentes eventos orogénicos; y posteriormente degradada bajo los efectos de los agentes erosivos, hasta llegar a conformar el aspecto actual, mismo que se caracteriza por un paisaje de cuencas cerradas, producto de la fragmentación en bloques del terreno después de la Orogenia Laramide, que posteriormente fueron rellenadas por material clástico en los diferentes intervalos comprendidos desde el Terciario al Reciente.

Estas cuencas fueron delimitadas por bloques positivos de elevación media a baja constituidos por derrames de lava y tobas de composición riolítica. Como ya se comentó anteriormente, los lomeríos que se observan, están constituidos por areniscas y lutitas plegadas, su edad es del Cretácico Superior. Las mesetas de cimas planas y alargadas están constituidas por riolitas, tobas arenosas e ignimbritas.

La unidad geomorfológica más sobresaliente es la Sierra de Pinos, la cual está alargada en dirección Norte – Sur, presenta una longitud aproximada de 50 km y un ancho medio de 15 km; esta sierra delimita al acuífero Pinos en su porción oriental. De acuerdo con lo anterior, se puede considerar que el área de estudio corresponde a un llano circundado por lomeríos y mesetas de poca elevación, característico de un ciclo geomorfológico de madurez.

IV.3.2 GEOLOGÍA

En el área afloran rocas sedimentarias e ígneas extrusivas. Las sedimentarias son de edad Cretácica y corresponden a las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol, las cuales están constituidas por calizas de color gris claro con estratificación delgada que eventualmente se encuentran intercaladas con lutitas calcáreas y lentes de pedernal negro, calizas arcillosas intercaladas con lutitas calcáreas carbonosas; areniscas en capas delgadas o medianas y algunos horizontes de calizas arcillosas y calcarenitas.

IV.3.2.1 Estratigrafía

El registro estratigráfico comprende del Cretácico al Reciente y está conformado por rocas, ígneas y sedimentarias. A continuación, se describe la columna estratigráfica, tomada del estudio de 1978, de la unidad más antigua a la más reciente.



Sistema Cretácico

- **Formación Cuesta del Cura:** Esta formación constituye la base de la columna estratigráfica que aflora en la zona de estudio, se le encuentra principalmente en la porción septentrional ocupando generalmente las partes bajas, constituyendo lomeríos de poca altitud y de suaves pendientes, se presenta por lo general en el núcleo de los plegamientos observados. Se encuentra formada por calizas de color gris oscuro, por intemperismo adquiere un color gris claro a amarillento, de estratificación delgada, de 10 a 20 cm de espesor. Se observan interestratificaciones de caliza arcillosa y en ocasiones de lutitas calcáreas, con frecuentes bandas de pedernal negro.
- **Formación Indidura:** Se encuentran afloramientos de ella en la parte norte y este de la cuenca, los cuales constituyen cerros de poca altitud y pendientes suaves, es notoria la falta de vegetación por lo que son fáciles de reconocer. Está constituida por calizas de color gris claro, que por intemperismo adquieren un color gris claro parduzco, su estructura es criptocristalina, de naturaleza arcillosa, posee estratificación delgada con interestratificaciones de lutita y lentes de pedernal negro.
- **Formación Caracol:** Está constituida por una alternancia de areniscas, limolitas y lutitas de color pardo verdoso a verde olivo, por lo general en estratos delgados. Las areniscas son de composición arcósica que varía a calcárea, presenta fragmentos de cuarzo, plagioclasa y de rocas volcánicas, las lutitas son calcáreas y un poco arenosas.

Sistema Terciario

- **Tobas:** Estas rocas afloran en casi todo el perímetro de la cuenca y se encuentran generalmente en las laderas de las montañas, descendiendo a la llanura con pendientes suaves, son de color rosado y pardo amarillento, de textura piroclástica, constituida por fragmentos de cuarzo, riolita y algo de piedra pómez, en matriz de cenizas y lapilli, la cual, por intemperismo se ha alterado a arcillas.
- **Riolitas:** Al igual que las anteriores, afloran en todo el perímetro de la zona, ocupando por lo general las partes altas de las sierras, formando también mesetas con bordes escarpados. Son de color rojizo o rojo violáceo que intemperizan a pardo rojizo.

Sistema Cuaternario: Está constituido en forma general por sedimentos poco consolidados, los cuales cubren el 70% del área de estudio.

- **Conglomerados:** Esta unidad se encuentra formada por conglomerados, arenas, limos y arcillas distribuidos de la siguiente forma: los materiales gruesos se localizan en los bordes de las sierras y en las áreas de influencia de los arroyos, mientras que los finos se encuentran preferentemente hacia la porción central de la cuenca, influenciados por el carácter endorreico de la misma.
- **Aluvión:** Proporcionalmente es la unidad que mayor superficie ocupa en el área de estudio, sin embargo su espesor es reducido, formando en ocasiones solamente la tierra vegetal. Descansa sobre todas las unidades descritas, cubriendo preferentemente



- e a los conglomerados que rellenan la llanura. Está constituido por arcillas y arenas en general de color gris oscuro, con algo de grava, su espesor no sobrepasa los 20 m.

IV.3.2.2 Geología estructural

La zona de estudio se encuentra afectada por dos fenómenos estructurales que la controlan y limitan, ellos son: los plegamientos que perturbaron a las rocas sedimentarias de la región y las fallas y fracturas que se encuentran afectando a las rocas terciarias y mesozoicas.

En la porción norte y este de la zona, se observa a las rocas sedimentarias afectadas por plegamientos, originados por los esfuerzos generados por la Revolución Laramide del Cretácico Tardío. Los ejes de estas estructuras siguen un rumbo general N 25° E y buzan hacia el SW, se observan anticlinales y sinclinales de tipo simétrico, cuyos flancos presentan un ángulo menor de 45°. La formación más perturbada es la Caracol, debido a la estratificación delgada y la presencia de lutitas, lo que da a esta formación una gran competencia al ser sometida a esfuerzos, esto es evidenciado por la presencia de clivaje en dichas rocas. Los esfuerzos que dieron origen a estos plegamientos fueron compresionales y debieron actuar, con una dirección NW – SE.

Los eventos antes descritos, son acompañados por fallas y fracturas, las cuales liberan parte de la energía generada por los esfuerzos compresionales; una vez que estos dejan de actuar, tiene lugar una tectónica de relajamiento en la cual las rocas sufren un reacomodo en bloques.

El sistema principal de fracturamiento sigue un rumbo preferente al NNE , una inclinación general de 70° al NW y tiene control sobre las sierras que limitan a la cuenca en su parte oriente y poniente, observándose al sureste de ella una falla cuyo rumbo es N 37° E y su inclinación 81° al NW. En la porción occidental, y aunque no se detectó la traza de falla alguna, se infiere su presencia por el alineamiento de la sierra así como por la presencia de agua termal (30 °C) en los pozos construidos en el Potrero La Pirulada. Se tiene otro sistema cuyo rumbo general es E – W, que se observa a la altura de los ranchos San José de Bernalejo y La Jaulilla, compuesto por dos fallas que limitan la presencia de los derrames riolíticos.

En la parte oeste se infiere el paso de otra falla de este sistema, la cual seccionó en forma transversal a la sierra localizada en ella, la traza se encontraría aproximadamente en la zona que limita al estado de Zacatecas y Jalisco, a la altura de la comunidad Ojo de Agua de la Palma. En suma, la cuenca en que se depositó el material cuaternario, se encuentra limitado al oriente, sur y poniente, por fallamiento de tipo normal.

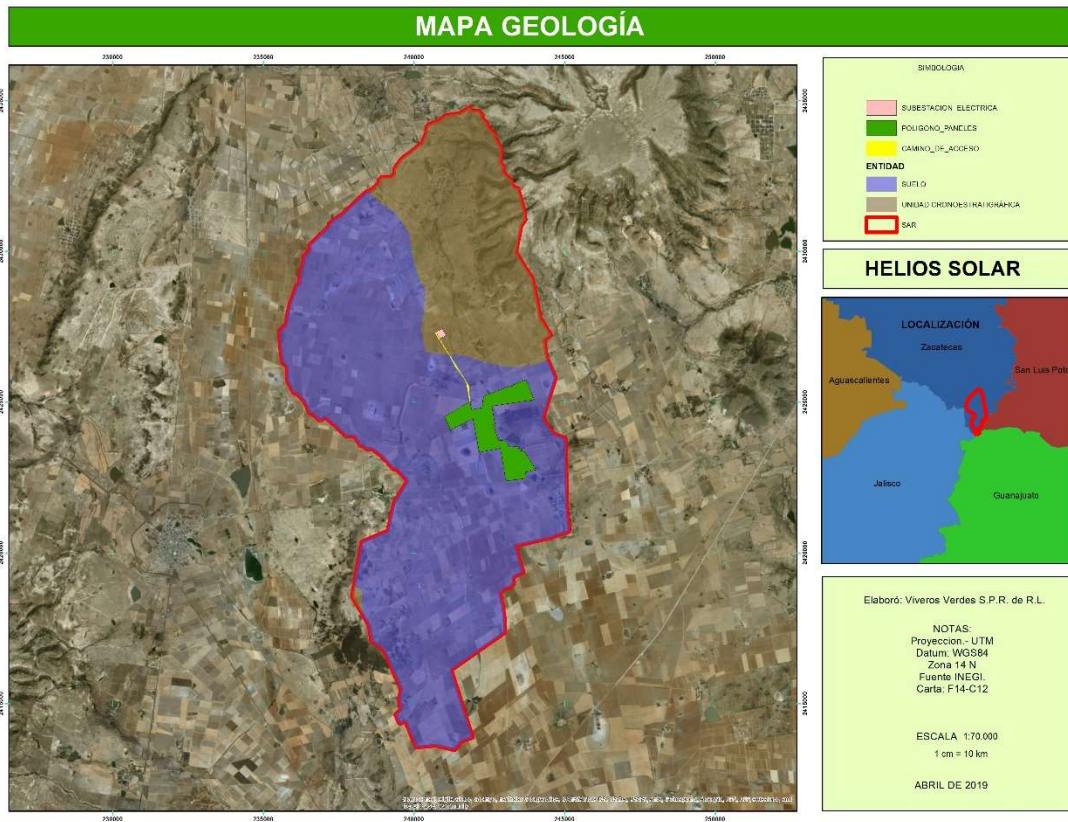


Figura IV.7. Geología dentro del SAR.

IV.3.3 EDAFOLOGÍA

El suelo es el recurso natural que soporta a la biodiversidad y las actividades socioeconómicas de la Tierra. Su formación se basa en procesos de meteorización, intemperización, degradación y acción microbiana de las rocas y materia orgánica extraordinariamente lentos que dependen de factores diversos. Son sistemas complejos que interactúan con el desarrollo de las entidades vivas y favorecen o limitan el desarrollo de plantas y animales; su pérdida o erosión disminuyen la cantidad y calidad de recursos naturales que pueden ser aprovechados.

Dentro del SAR predomina el Xerosol háplico, el cual corresponde a suelos que se localizan en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México, teniendo como vegetación natural matorrales y pastizales. Se caracterizan por tener una capa superficial de color claro y muy pobres en humus, con un subsuelo rico en arcillas o semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, polvo o aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche, de mayor o menor dureza; a veces son salinos.

Su utilización agrícola está restringida a zonas de riego, existiendo Xerosoles que pueden cultivarse en temporal, pero son inseguros y de bajos rendimientos. La agricultura de riego con cultivos de algodón y granos así como vid, es de altos rendimientos, debido a la alta fertilidad de estos suelos. Son también importantes en su uso pecuario.



Erosión hídrica: La erosión hídrica es un fenómeno natural que se presenta en el territorio debido a las características del ecosistema (relieve e intensidad de lluvias). Sin embargo, debido a la deforestación y malas prácticas agropecuarias puede acelerarse el proceso.

En el Estado de Zacatecas este fenómeno afecta ligeramente al 43 % del territorio del Estado, moderadamente al 36 % y en alto grado al 21 % de la superficie total del Estado.

Erosión eólica: En diversas partes del Estado de Zacatecas predominan las condiciones favorables para el proceso de la erosión ocasionada por el viento (suelos sueltos, con superficie suave y con poca cobertura, topografía plana y otras con pendientes abruptas, así como suelos secos durante la época de vientos fuertes).

Se tienen registradas pérdidas de hasta 140 ton/ha/año en el territorio debido a la erosión de este tipo. La erosión eólica cubre casi un cuarto de la superficie estatal, encontrándose en las zonas con la menor altimetría del Estado, principalmente en las llanuras y sierras bajas con mesetas.

El viento, por sí mismo, no tiene suficiente fuerza para producir efectos de meteorización. Lo que sí puede hacer es transportar partículas que, cuando chocan con el terreno, lo van desgastando. Este tipo de erosión suele ser lento, el territorio debe estar sin cobertura vegetal para que se aprecien sus efectos. De acuerdo con el INEGI 2010 la erosión que predomina en el SAR tiene las siguientes características:

- Degradación física por compactación
- Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento
- Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial

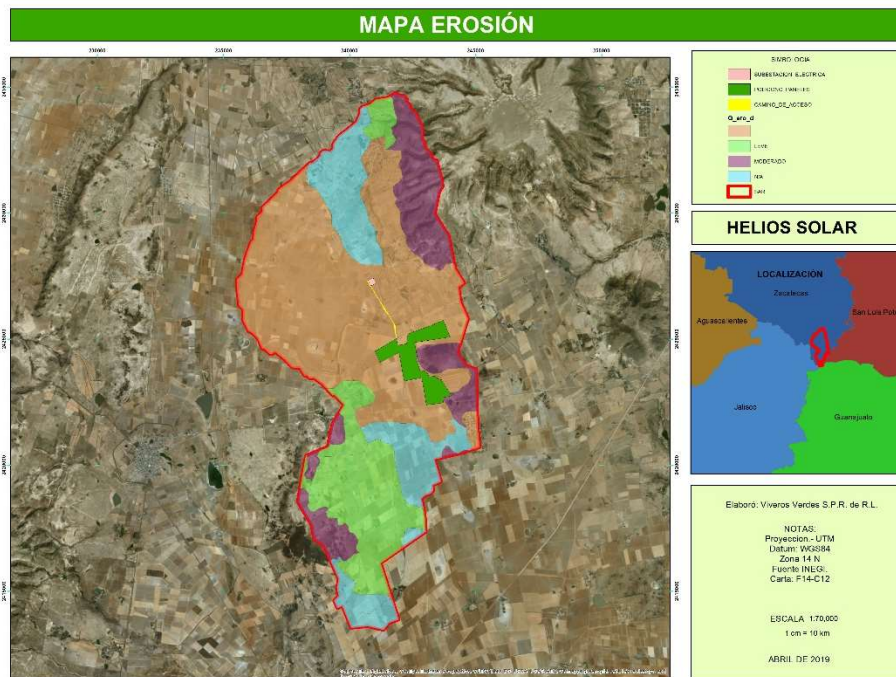


Figura IV.9. Niveles de erosión del SAR.



Fallas y fracturas: Las estructuras tectónicas, tales como pliegues y fallas, están usualmente asociadas a extensas zonas de fractura y fuertes anomalías de relieve. Estas zonas presentan condiciones favorables para la generación de deslizamientos, por lo que las principales discontinuidades estructurales producidas por fallas y fracturas fueron consideradas de suma importancia para este estudio. Se registró información de las zonas estructurales a partir de los estudios realizados por el Servicio Geológico Mexicano. De lo anterior, se obtuvieron datos sobre fallas observadas e inferidas, así como de fracturas.

Aproximadamente el 20% del territorio de Zacatecas se encuentra cercana de alguna estructura geológica (fallas y/o fracturas). Estas áreas se verán afectadas por la existencia de algún movimiento tectónico u otro suceso que pudiese activar las fallas. Además de considerar los lineamientos activos para la susceptibilidad de deslizamientos, se debe analizar la relación que tienen las fallas y fracturas con los tipos de rocas, así como los materiales que sobreyacen a estas formaciones ya que el macizo rocoso en la parte superior puede tener condicionado su estabilidad por su base geológica.

Sismos: Se considera que la parte baja del Estado de Zacatecas queda en la Provincia Fisiográfica "Franja Transísmica mexicana", por lo que el riesgo sísmico es bajo. La susceptibilidad de la zona a movimientos telúricos y actividades volcánicas es imperceptible y no existen registros de deslizamiento, derrumbes o de cualquier otro movimiento de tierra o roca.

El siguiente mapa muestra la regionalización sísmica de México (CENAPRED, 2001), basado en registros históricos y datos de aceleración del terreno. La zona A no ha reportado sismos importantes en los últimos 80 años, y la zona D es la que ha presentado frecuentemente grandes temblores. Las zonas B y C son intermedias, y varían dependiendo del porcentaje de aceleración.

Es conveniente señalar que este mapa es meramente indicativo para la apreciación del peligro sísmico, y es necesario considerar estudios de mayor detalle para la evaluación en zonas urbanas, considerando criterios como la mecánica de los suelos, el micro relieve, la consolidación y fracturamiento de la roca, etc.

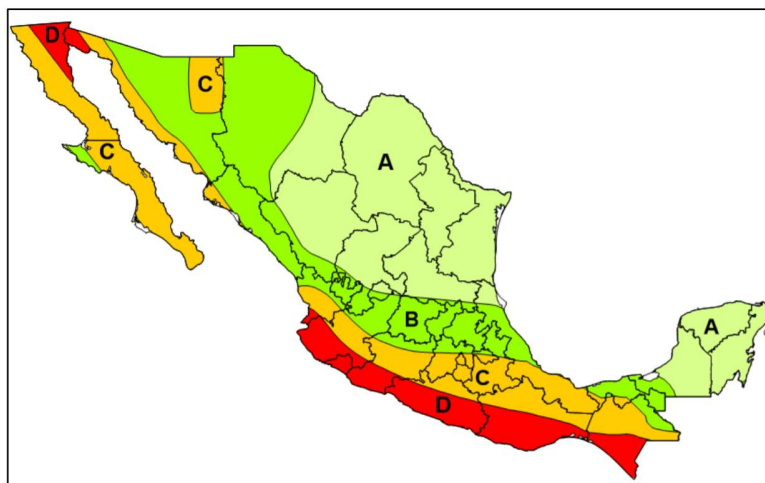


Figura IV. 10. Regionalización Sísmica de la República Mexicana. FUENTE: CENAPRED (2001).



De acuerdo con esta regionalización el SAR se ubica en la zona A.

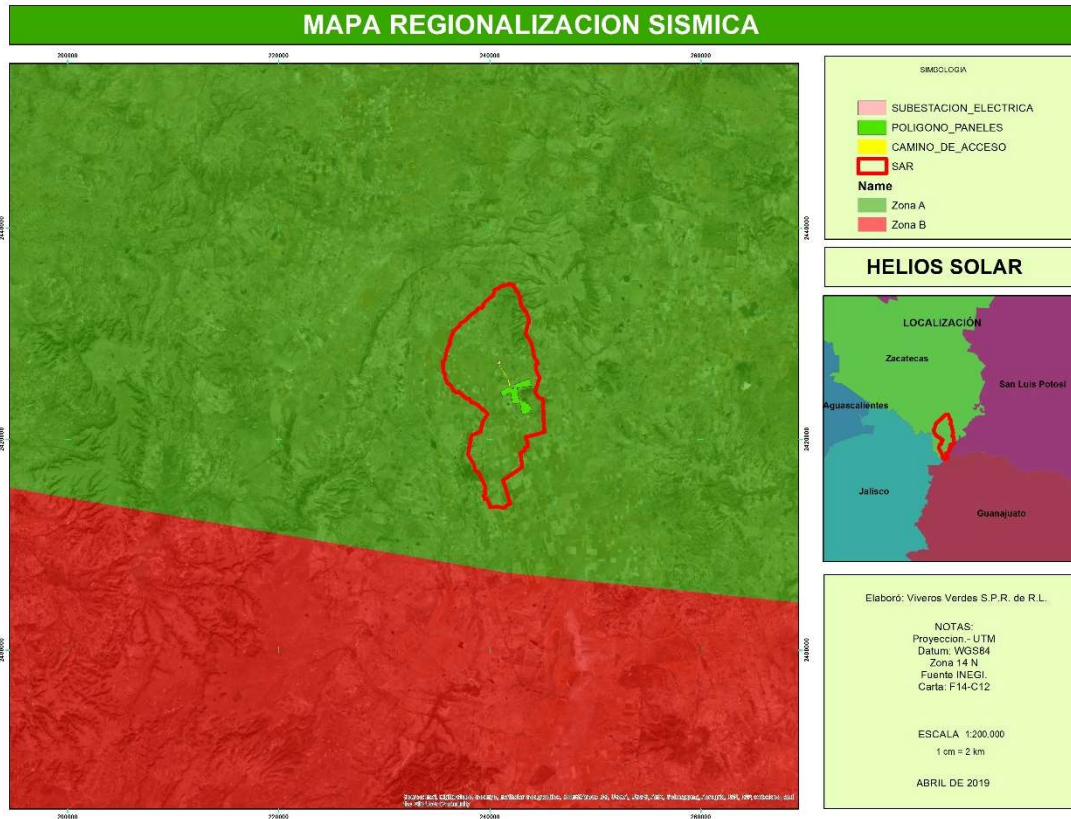


Figura IV.11. Regionalización sísmica del SAR

Peligros y riesgos: El patrón de peligros y riesgos es un componente básico para la planeación del territorio. La estimación de riesgos permite adoptar medidas preventivas y de mitigación por desastres y racionalizar los potenciales humanos y los recursos financieros.

Los atlas de riesgos conforman el sistema integral de información sobre agentes perturbadores, son el resultado de un análisis espacial y temporal sobre la interacción entre los peligros, la vulnerabilidad y el grado de exposición de los agentes afectables.

IV.3.4 CLIMA

El clima es la suma de todas las condiciones o fenómenos atmosféricos que hacen un lugar de la superficie terrestre habitable para la biosfera, por ello existe una relación entre los climas y las distintas regiones naturales; así cada región tiene su flora y fauna característica, las cuales se adaptan a las condiciones climatológicas propias de esa región.

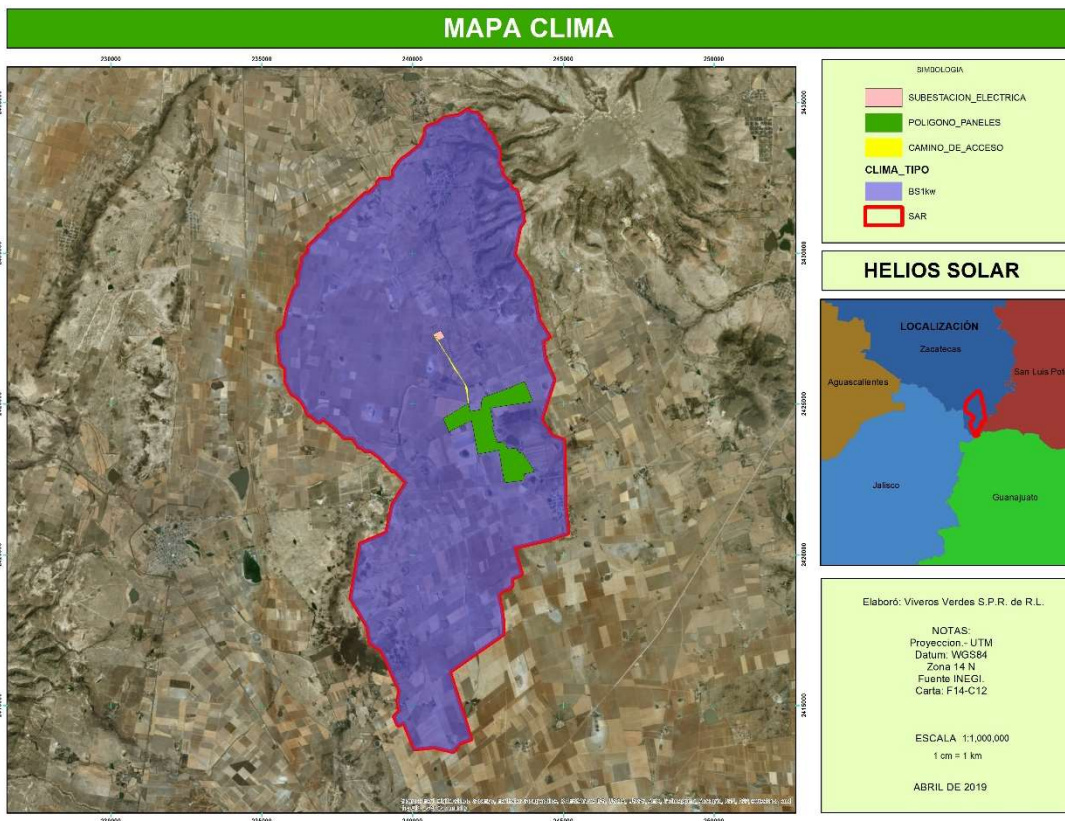


Figura IV.12. Clima del SAR

En cuanto al clima, el SAR es el semiseco templado (BS1kw), y se caracteriza porque la evaporación excede a la precipitación. Está asociado principalmente a comunidades vegetales del tipo de pastizal inducido, zacatonal y vegetación xerófila. Es clima seco estepario (BS), que corresponde con el más seco de este tipo de climas, subtipo semiseco (1), con grado de humedad mayor que 22.9 (coeficiente que resulta de la relación precipitación/temperatura). La precipitación anual oscila entre los 450 y los 5000 mm. La temperatura media es de 18 °C anualmente. Registrándose las altas temperaturas en el mes de junio con 22 °C y 23 °C mientras que en los meses más fríos se tiene de 13 °C y 14 °C.

Formula climática	Tipo de clima	Descripción	Superficie (ha)	Porcentaje respecto al SAR
(BS1kw)	BS	Semiárido, Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C,	11,543.0088	100%

Tabla IV.3. Superficies por tipo de clima

Temperaturas: Para este tipo de clima se presenta generalmente una temporada templada que dura de 2 a 3 meses aproximadamente, la cual corresponde a los meses de abril a junio, mientras que la temperatura máxima promedio diaria es más de 24 °C durante el mes de mayo, con una temperatura máxima promedio de 26 °C.



La temporada fresca dura 2 meses, los cuales corresponden de noviembre a febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es de 19 °C. El día más frío del año se presenta durante el mes de enero, observándose una temperatura mínima promedio de 1 °C y máxima de 17 °C.

En el caso del Sistema Ambiental Regional, se tomaron datos de la estación meteorológica Pino Suárez 00032127 perteneciente al municipio en donde se ubica el proyecto dentro del estado de Zacatecas, en donde como se puede observar, la temperatura media anual es de 16.1°C, presentándose la máxima temperatura durante el mes de mayo con 29.3°C y la mínima en Enero con 2.6°C.

Concepto	Mes												Anual
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Promedio	11.3	12.8	15.4	17.8	19.8	19.6	18.3	18.4	17.8	15.9	14.1	12.0	16.1
Máxima	20	22.4	25.3	27.8	29.3	27.5	25.2	25.8	24.7	23.6	22.9	21.1	24.6
Mínima	2.6	3.3	5.4	7.7	10.3	11.6	11.4	10.9	10.9	8.3	5.2	3.0	7.6

Tabla IV. 4. Temperaturas mensuales registradas dentro de la zona del proyecto.

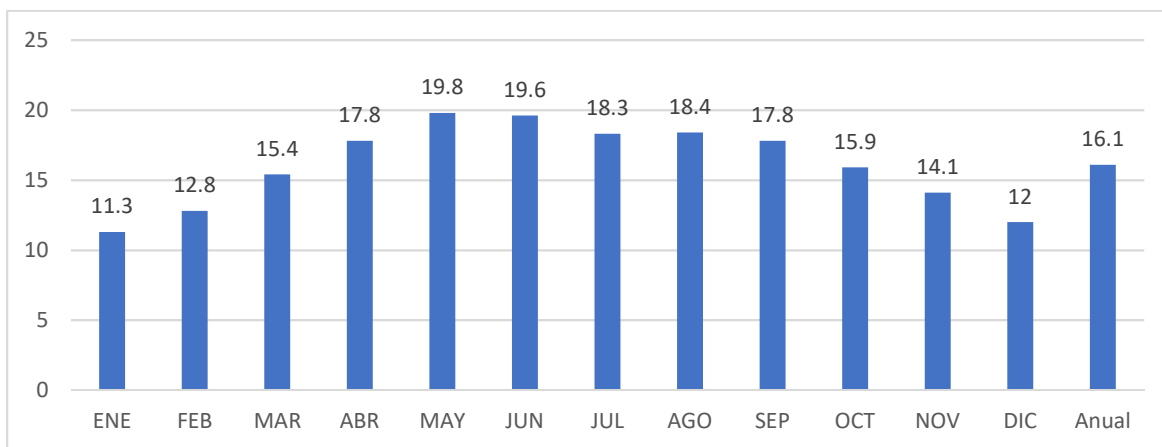


Figura IV.13. Temperaturas promedio mensuales dentro de la zona del proyecto.

Precipitación: La temporada con mayor precipitación dentro del municipio de Pinos en el estado de Zacatecas, dura aproximadamente 4 meses, de junio a septiembre, con una probabilidad de lluvia del 21 %; la cual presenta su máximo valor durante el mes de julio cuando la posibilidad máxima de un día con lluvia es del 40 % y una acumulación promedio de 83mm. La temporada más seca dura alrededor de 6 meses, abarcando los meses de noviembre a mayo, siendo marzo el mes más seco con una acumulación promedio de 5mm. (INEGI 2017).

En cuanto al sitio en donde el SAR se encuentra y con base en la estación climatológica Pino Suárez 00032127 se obtuvo una precipitación anual de 396mm, siendo el mes de julio el que presenta mayor precipitación con 80.6mm y el más seco con 5.3mm durante el mes de marzo.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Precipitación	22.2	5.5	5.3	14.9	32.8	60.6	80.6	51.3	59.1	43	7.8	13	396

Tabla IV. 5. Precipitación promedio mensual de la zona.

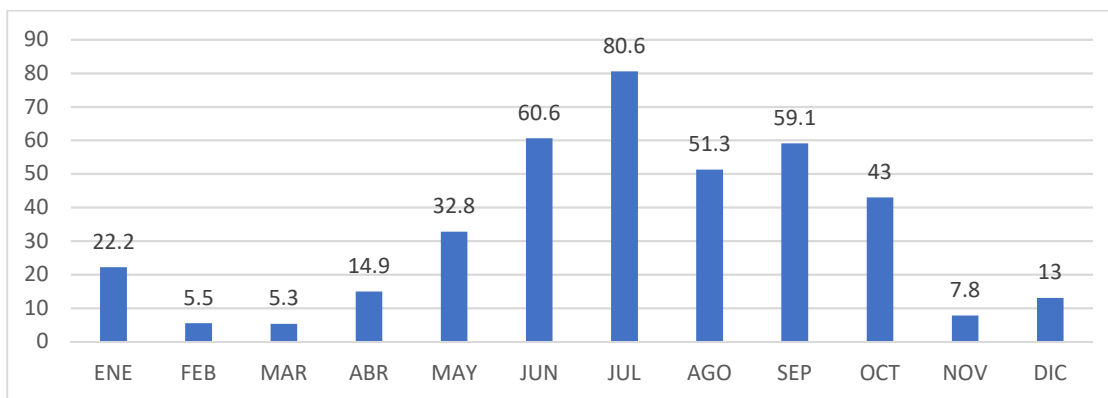


Figura IV.14. Precipitación media mensual.

Heladas: En la región del centro en donde se localiza el tipo de clima que se observa para el SAR, el rango de heladas es de 0 a 100 días. Presentándose en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero; la máxima incidencia se registra en enero y diciembre; la primera helada se registra habitualmente en septiembre y la última en mayo.

Granizadas: La frecuencia de 4 a 6 días al año abarca aproximadamente un 2 % para la zona del proyecto, sin embargo, este fenómeno no guarda un patrón de comportamiento bien definido, está asociado a los periodos de precipitación. En general, la incidencia de granizadas se registra en los meses de agosto y julio. (INEGI, 1981).

Radiación solar: México se encuentra entre los cinco países más atractivos del mundo para invertir en proyectos de energía solar fotovoltaica, tan sólo detrás de China y Singapur. Lo anterior debido a que el país forma parte del "cinturón solar" con una radiación mayor a 5 kWh por m² al día. (Secretaría de Economía, 2013). El Estado de Zacatecas presenta una radiación que oscila entre 5.5-5.6 kWh/m², como se observa en la siguiente Figura.

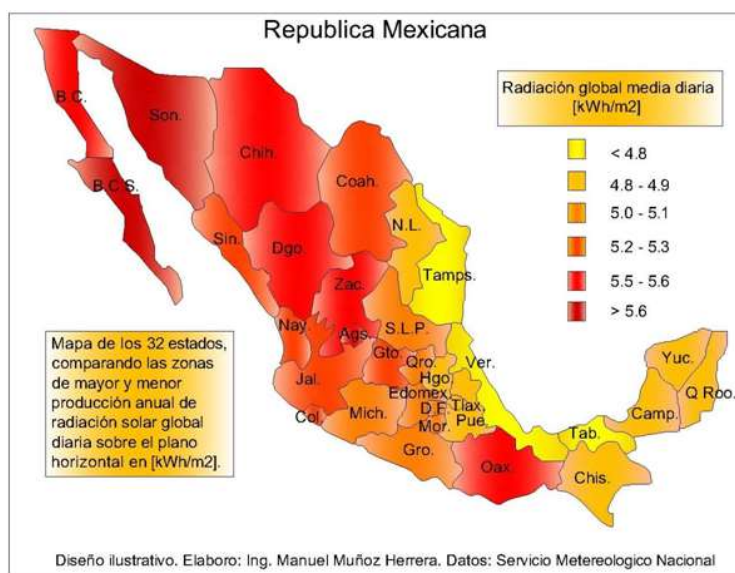


Figura IV.15. Radiación solar en la República Mexicana.



IV.3.5 HIDROLOGIA

IV.3.5.1 Regiones Hidrológicas

Para la regionalización de estas, se consideraron como criterios de evaluación algunos aspectos ligados a los valores ambiental y económico, así como las amenazas que se ciernen actualmente sobre este tipo de áreas; facilitando una visión integral de las regiones hacia las cuales deberán orientarse las acciones de protección, conservación e investigación de la biodiversidad de México. Se considera que los principales criterios de evaluación son el grado de integridad ecológica funcional, la presencia de especies endémicas y la riqueza específica de las regiones. Es importante destacar que la viabilidad de conservación de la biodiversidad en estas regiones depende del impacto real y potencial que diversas actividades económicas ejercen sobre ellas.

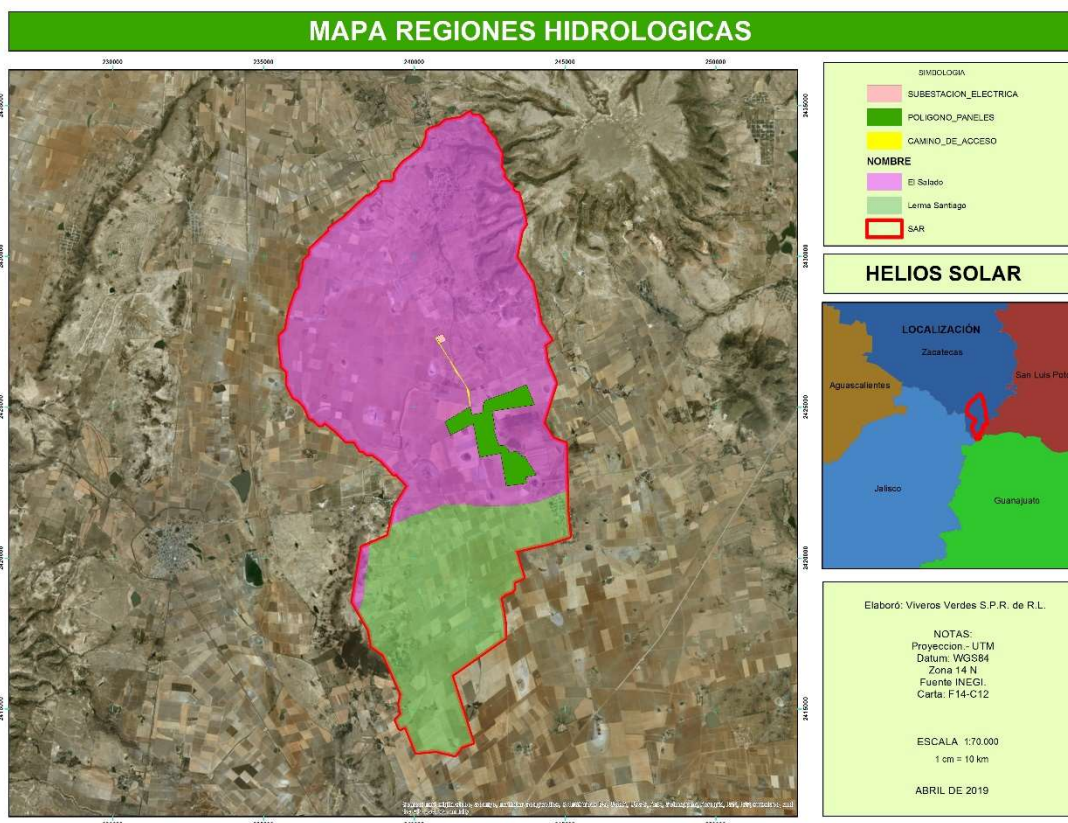


Figura IV.16. Regiones hidrológicas del SAR

El SAR se localiza en las siguientes Regiones Hidrológicas:

- **RH37 El Salado:** Cubre el 40.67% de la superficie estatal, abarcando parte del centro, el noreste y el este de la entidad. Es una vertiente interna de cuencas cerradas, que se caracterizan por la presencia de corrientes temporales poco caudalosas y de cursos reducidos, que desaparecen en las llanuras por la filtración y la evaporación.
- **RH12 Lerma-Santiago:** Cubre el 32.68% de la superficie estatal, drenando las aguas del sur de la entidad hacia el río Grande de Santiago para desembocar finalmente en el Océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan



son: Río Bolaños (11.63%), Río Juchipila (9.11%), Río Huaynamota (7.03%), Río Verde-Grande (4.17%) y Río Santiago-Guadalajara (0.74%).

Es importante mencionar que el área en donde se encuentra el proyecto no presenta corrientes superficiales importantes, los escurrimientos son de régimen torrencial y solo llevan agua durante la época de lluvias, la mayoría de los escurrimientos que bajan de los lomeríos y sierras, por lo general desaparecen en la llanura.

Debido al carácter endorreico de la cuenca, los escurrimientos superficiales son conducidos hacia las partes topográficamente más bajas, por lo que el drenaje es hacia el centro de la cuenca, para continuar en forma no muy definida hacia la parte sur de la zona de estudio, en los límites de Zacatecas y Jalisco.

IV.3.5.2 Cuenca Hidrográfica

Para el presente SAR se obtuvieron dos cuencas hidrográficas, las que corresponden a la Presa San José- Los Pilares y la cuenca de Río Grande.

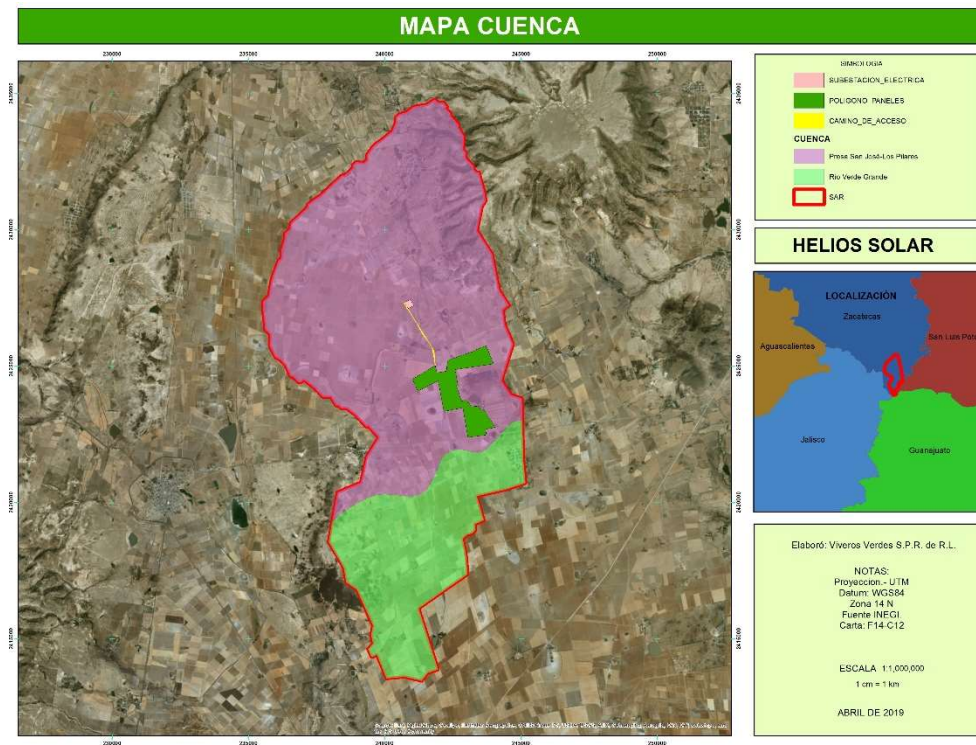


Figura IV.17. Cuencas del SAR

- Cuenca Hidrográfica Presa San José- Los Pilares

El área que ocupa el presente proyecto se ubica dentro de esta cuenca hidrológica, la cual se encuentra dentro de la región hidrológica del Salado, la cual a su vez se encuentra situada en la altiplanicie septentrional y queda comprendida entre los 21° 48' y 25° 23' de latitud norte y los 99° 21' y 103° 00' de longitud. La mayor parte de su territorio se sitúa a la altura del trópico de Cáncer.



Esta cuenca cubre 17.95% de la extensión del estado. Limita al norte con la cuenca Matehuala, al este con la cuenca Sierra Madre, al sur y sureste con la Región Hidrológica Panuco; al oeste y suroeste con la cuenca San Pablo y otras. Se ubica dentro de los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y una pequeña parte del estado de Nueva León.

Las cuencas hidrográficas almacenan la mayor parte de las reservas de agua dulce renovable en las aguas subterráneas y la humedad del suelo, captan millones de m³ de agua.

La cuenca Presa San Jose- Los Pilares tiene un volumen disponible de 138.67 millones de metros cúbicos, en ella se encuentran diferentes ríos como lo son el Mezquitic, Santiago y Española, así como los arroyos Paisanos y San Antonio.

- **Cuenca Hidrográfica Río Verde Grande**

El cauce del río Verde cruza de tres estados del occidente de México: nace en Zacatecas, cruza Aguascalientes y recorre una parte de Jalisco hasta su confluencia con el río Santiago en las inmediaciones de la llamada "Barranca de Oblatos", la cual delimita el área metropolitana de Guadalajara (AMG) en su parte nororiente, punto donde registra una longitud de más de 200 kilómetros.

La cuenca del río Verde se localiza dentro de la subregión hidrológica del río Santiago, con 20 705.48 km² de superficie.

IV.3.5.3 Hidrología superficial

El SAR se ubica dentro de una cuenca cerrada de forma alargada con orientación Norte-Sur, que comprende parte de los Estados de Zacatecas y Jalisco; pertenece a la Región Hidrológica No. 37 "El Salado", y a la cuenca " Presa San José- Los Pilares ".

En el SAR no existen corrientes superficiales importantes, los arroyos son de régimen torrencial y solo llevan agua durante la época de lluvias, la mayoría de los arroyos que bajan de los lomeríos y sierras, por lo general desaparecen en la llanura, en esta, se observan arroyos aislados de cauce divagante.

Debido al carácter endorreico de la cuenca, los escurrimientos superficiales son conducidos hacia las partes topográficamente más bajas, por lo que el drenaje es hacia el centro de la cuenca, para continuar en forma no muy definida hacia la parte sur de la zona de estudio, en los límites de Zacatecas y Jalisco. En época de lluvias se forman en el llano un gran número de lagunas, las de mayor importancia son: Navarro y La Larga, localizadas en la parte noroeste; y La Joyita en la porción central.

Existe poca infraestructura hidráulica para el aprovechamiento del agua superficial, está representada por presas de reducida capacidad, pero de gran importancia para la zona, existen otras presas de menor capacidad son: San Pablo, La Presa Nueva, Las Tapias y Las Aletas. Además existen numerosos bordos y tanques que representan pequeños almacenamientos de aguas superficiales.

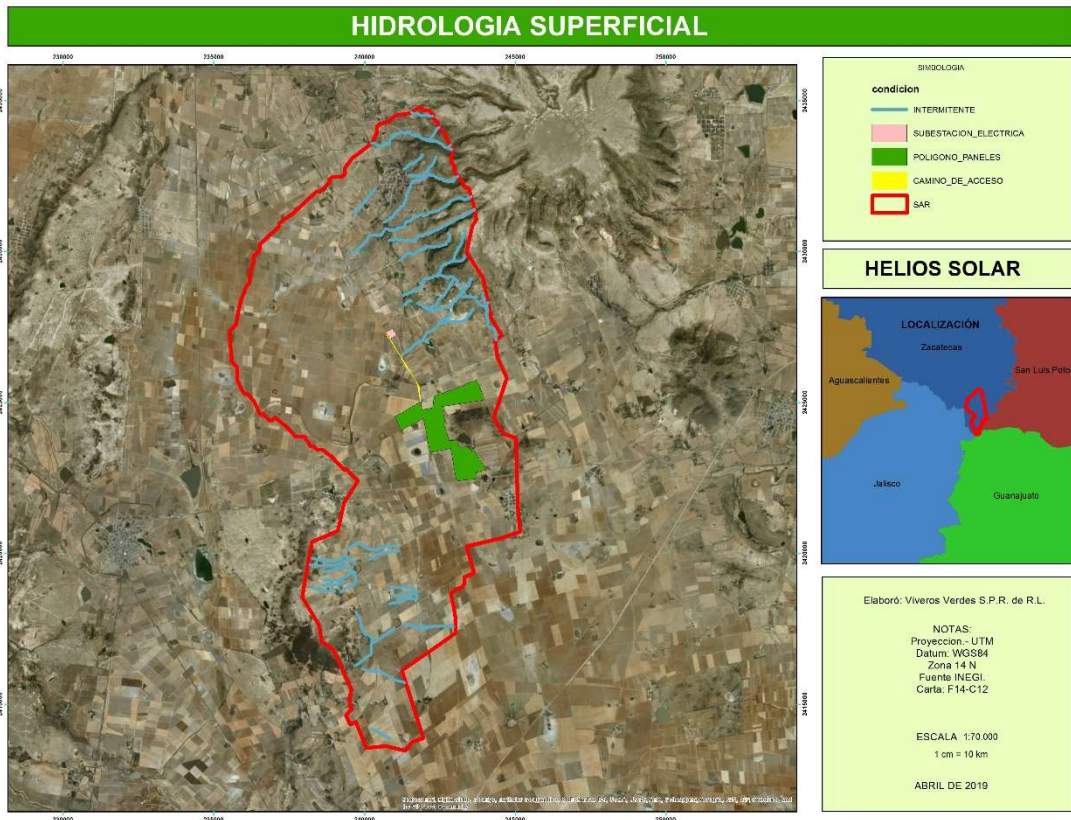


Figura IV.18. Hidrología superficial del SAR

IV.3.5.4 Hidrología subterránea

En la Unidad Hidrogeológica Pinos, se observa en general la existencia de dos acuíferos: uno superficial alojado en depósitos granulares, el otro profundo contenido en rocas fracturadas. El acuífero granular está contenido en sedimentos continentales poco consolidados tales como depósitos aluviales, lacustres y de talud. La distribución de tales materiales, está en función de su tamaño, de esta manera, se encuentran los más gruesos cercanos a las sierras, constituyendo el pie de monte y que llegan a constituir conglomerados. Los sedimentos finos generalmente se encuentran en la parte central de la cuenca y cercanos a los afloramientos de rocas sedimentarias.

Acuífero Pinos

El carácter endorreico de la cuenca propicia que en las partes topográficas bajas, se tengan principalmente sedimentos del tamaño de la arcilla y limos, por lo que se espera una baja transmisividad en dichas zonas. El espesor de estos materiales no se ha establecido con certeza, se estima que puede ser mayor de 20 m en la parte media de la cuenca. Este acuífero superficial está siendo aprovechado por un número considerable de norias presentes en la zona, con niveles estáticos que varían de 1 a 5 m de profundidad.

Por otra parte, los pozos en términos generales, explotan un acuífero regional profundo, de tipo libre, cuyos niveles estáticos varían de 30 a 120 m con respecto a la superficie del terreno. Se



observa que en las porciones oeste, noroeste y suroeste de la cuenca, se tienen las mejores condiciones de transmisividad de la zona.

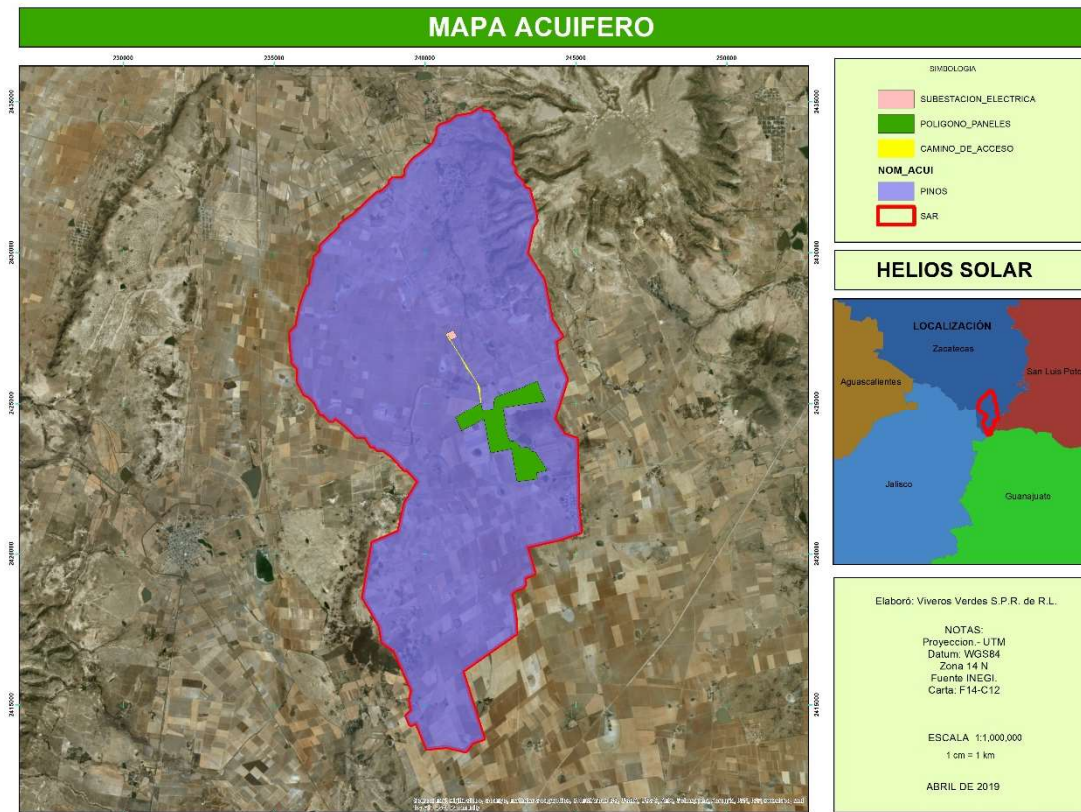


Figura IV.19. Acuífero Pinos del SAR

El acuífero está formado en su parte inferior por tobas arenosas, lavas e ignimbritas, y en su parte superior por conglomerados; todos estos alojados en una fosa tectónica formada como consecuencia de fallas normales y movimientos de distensión ocurridos en el Oligoceno. El basamento y barreras laterales están constituidos por rocas de edad Cretácica pertenecientes a las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol.

Geología del acuífero

En el acuífero Pinos se realizaron un total de 27 sondeos eléctricos verticales (SEV), distribuidos en dos secciones geofísicas. La sección 1 formada por 17 sondeos eléctricos verticales, tiene una orientación oeste – este, su longitud es de 25 km y va del poblado El Nigromante, hasta las cercanías de la localidad El Mezquite. La sección 2 está formada por 10 sondeos eléctricos verticales, fue trazada desde el poblado La Trinidad de Buenavista, finalizando en la comunidad Jaula de Arriba y tiene una longitud de 17 km.

Además de los estudios geofísicos realizados, se cuenta con cortes litológicos y registros eléctricos de pozos construidos en diferentes años, que permiten definir la mayor parte de la geometría del



subsuelo. El acuífero cubre superficialmente una extensión de 593 km², que representa el 41 % respecto al área total de la unidad hidrogeológica.

La exploración geoelectrica en la región, que alcanzó los 700 m de profundidad, arroja la existencia de seis unidades, las tres superiores son materiales granulares, y las restantes corresponden a materiales compactos:

- La capa superficial está compuesta por materiales finos y gruesos, alterados y drenados, se presentan capas de caliche que forman una barrera impermeable a la infiltración de agua.
- La unidad superior que corresponde a los primeros 50 m, carece de interés geohidrológico, pues son materiales que se encuentran drenados y alterados.

Calidad del agua subterránea

En general la calidad del agua subterránea se considera apta para todo uso, no existen fuentes potenciales de contaminación que pudieran alterar la calidad del agua del acuífero.

Profundidad al nivel estático

Utilizando las lecturas de profundidad de niveles estáticos correspondientes a septiembre de 2005, se elaboró el plano de iso- valores, en el cual se puede observar que, en la porción noroeste del acuífero, en las cercanías de la comunidad Pedregoso, se presentan profundidades del orden de 60 a 70 m. Asimismo, profundidades de 40 a 50 m se presentan en los bordes de las sierras y lomeríos que se ubican en la parte oriente y norte de la unidad hidrogeológica.

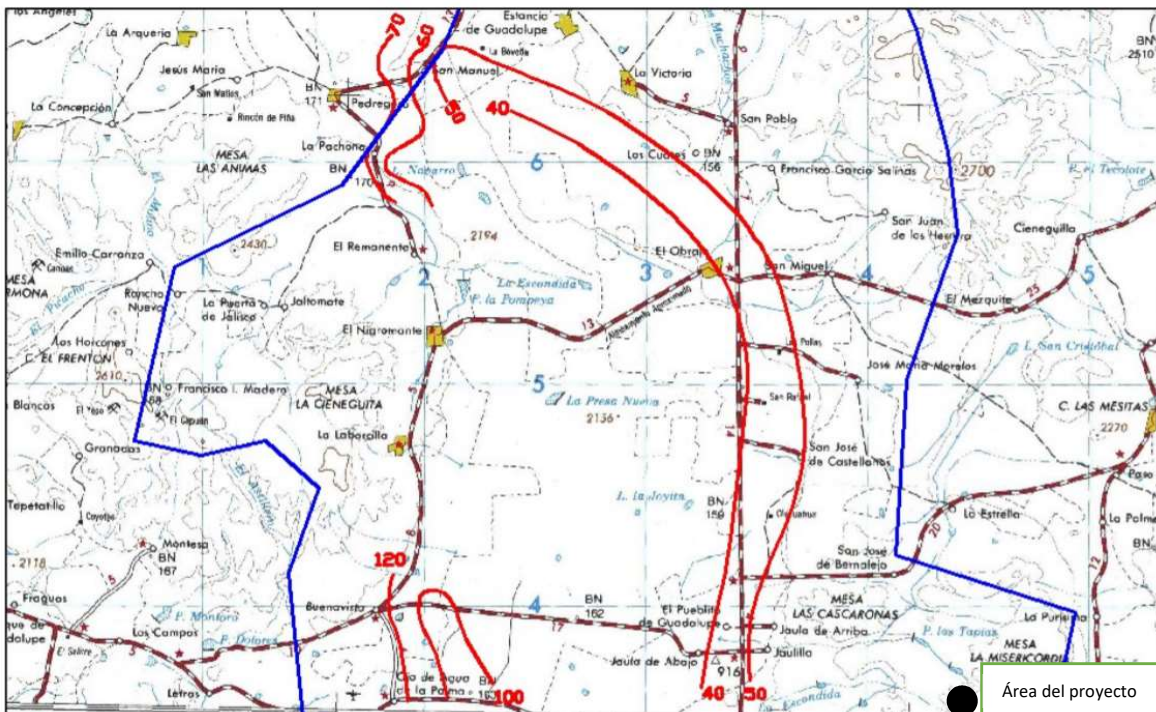


Figura IV.20. Profundidad al nivel estático del Acuífero Pinos(septiembre 2005)



Elevación del nivel estático

La configuración de curvas de igual elevación del nivel estático para septiembre de 2005, muestra una dirección regional del flujo subterráneo de norte a sur. Los valores máximos del orden de 2180 msnm, ubicados en las cercanías de la comunidad La victoria, van descendiendo, de manera uniforme, hasta llegar a un valor de 2030 msnm, en límites con el estado de Jalisco.

Las líneas de flujo son en principio perpendiculares a las sierras, para después converger en el centro de la llanura y continuar al sur, indicando un movimiento del agua subterránea que va de las sierras y lomeríos, ubicados en la porción norte y oriente de la unidad hidrogeológica, hacia el centro de la llanura.

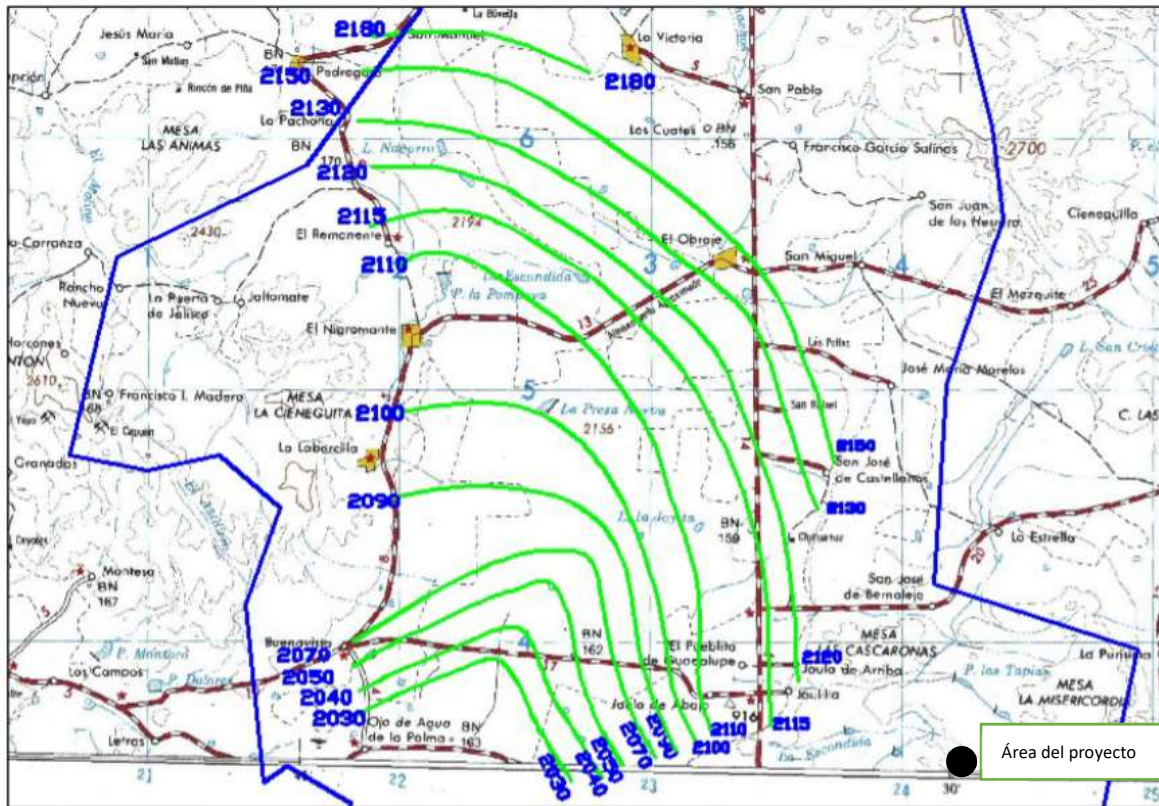


Figura IV.21. Elevación al nivel estático del Acuífero Pinos (septiembre 2005)

IV.3.6 RELIEVE

La ubicación del SAR, le confiere una topografía poco accidentada, de relieve bastante uniforme, en la que no se presentan elevaciones importantes, se puede considerar como una superficie semiplana.

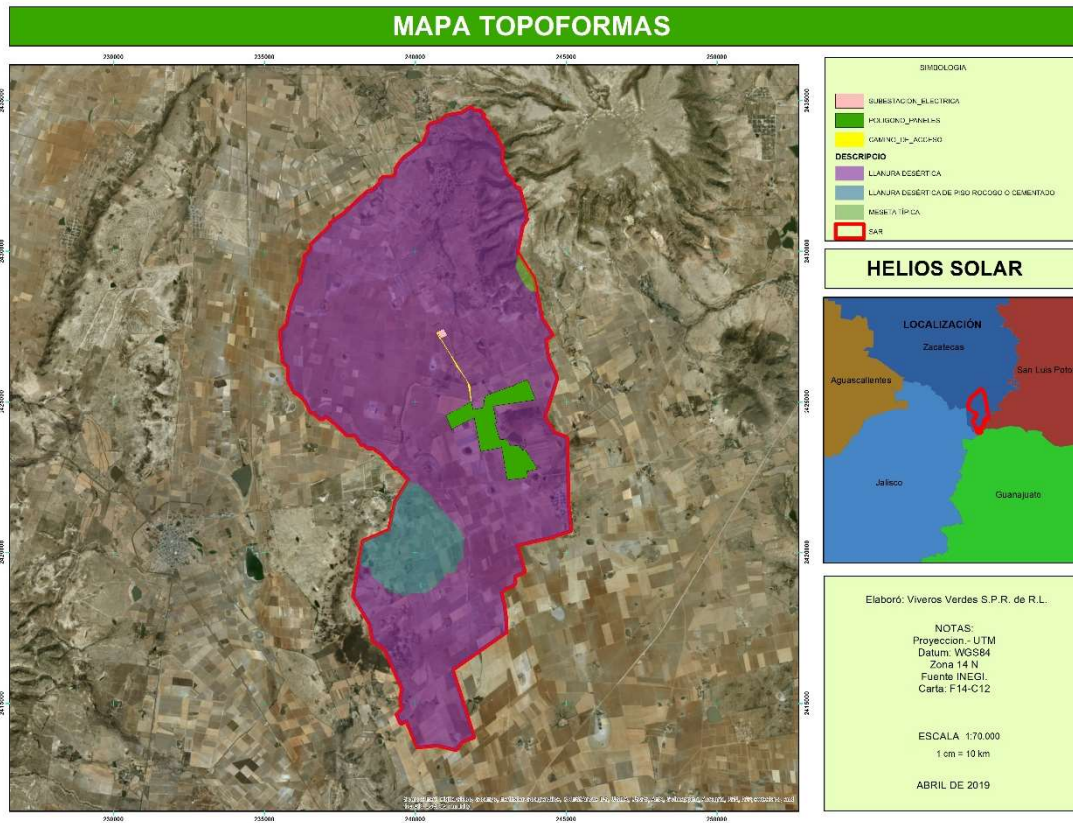


Figura IV.22. Sistema de topofomas dentro del SAR.

IV.4 MEDIO BIÓTICO

Con el fin de contar con información confiable para demostrar la estructura, el funcionamiento y el grado de conservación del SAR y del área del proyecto, así como las especies de flora y fauna que en estos se encuentran, se revisaron diversas fuentes bibliográficas, así como bases de datos especializadas en biodiversidad, tales como: Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO), Naturalista y Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Por otra parte, se realizaron muestreos en campo, con la finalidad de obtener información objetiva y veraz respecto a los componentes ambientales y poder determinar que especies de flora y fauna pudieran ser más susceptibles de ser afectadas por el desarrollo del proyecto.

IV.4.1 ÁREAS DE IMPORTANCIA

Se realizó una revisión de las diferentes zonas o regiones de importancia ambiental en las cuales pudiese incidir el SAR o el área del proyecto, con el fin de contar con un panorama de referencia integral, respecto a los diferentes componentes ambientales en los que el proyecto pudiese incidir. Dichas zonas o regiones están determinadas por la CONABIO.

IV.4.2 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica



comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

De acuerdo con la CONABIO, el área del proyecto donde se pretende instalar el proyecto así como el SAR no se encuentra dentro de ninguna región terrestre prioritaria, las más cercanas son:

- Sierra Fría
- Sierra de Álvarez
- Sierras Santa Barbara- Santa Rosa

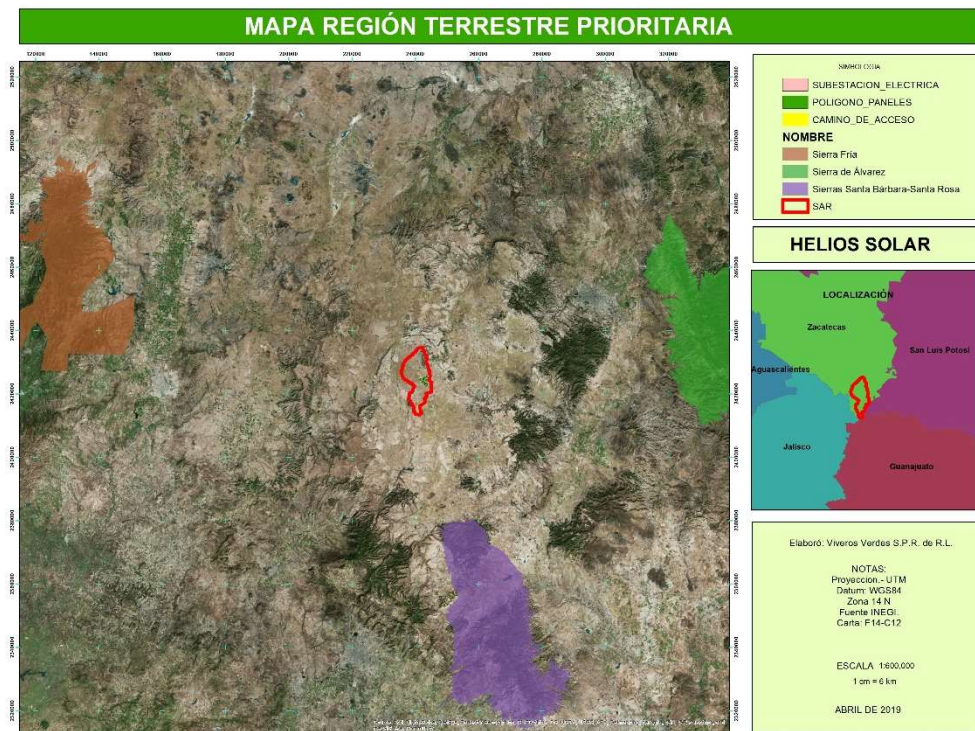


Figura IV.23. RTP cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar

IV.4.3 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS DE MÉXICO

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible.

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

De acuerdo con la CONABIO el área del proyecto donde se pretende instalar la planta fotovoltaica de Helios Solar no incide ninguna área hidrológica prioritaria, las regiones más cercanas al área del proyecto y SAR delimitado son:



- Cabecera del Río de la Laja
- Confluencia de las Huastecas

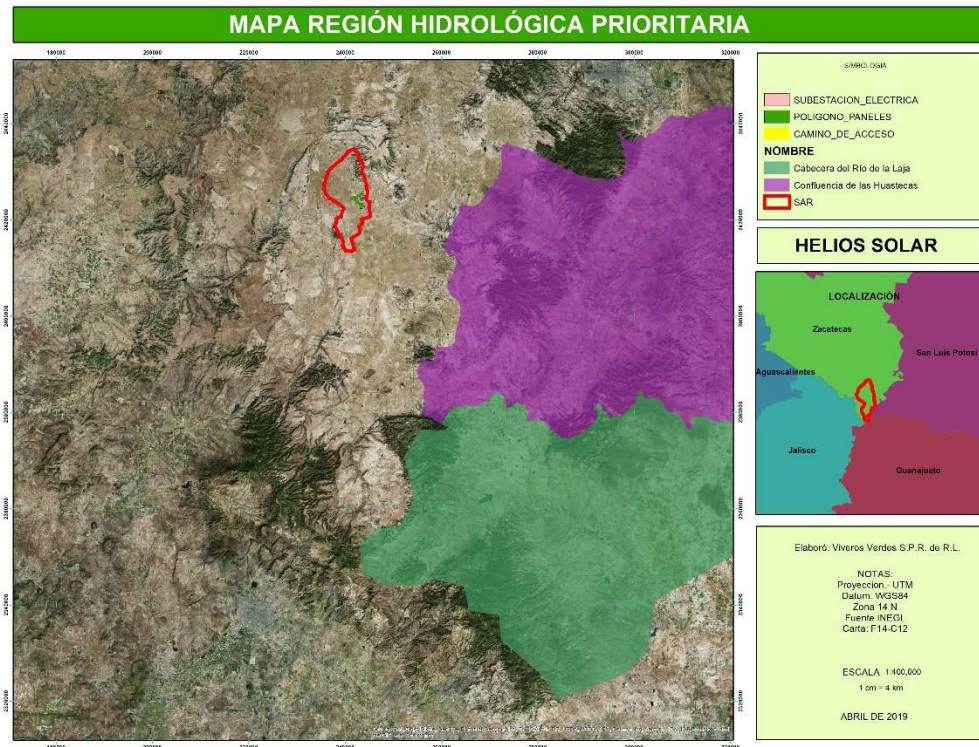


Figura IV.24. RHP cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar

IV.4.4 ÁREA 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 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.

Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. Finalmente Contiene un directorio con los especialistas que participaron en el llenado de las fichas correspondientes. El listado completo incluye un total 230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union).

De acuerdo con la CONABIO, el área donde se pretende instalar la planta fotovoltaica de Helios Solar no se encuentra dentro de ninguna área de importancia para la conservación de las aves, las más cercanas son Sierra de Santa Ros, localizada en el Estado de Guanajuato y Sierra Fría en el Estado de Aguascalientes.

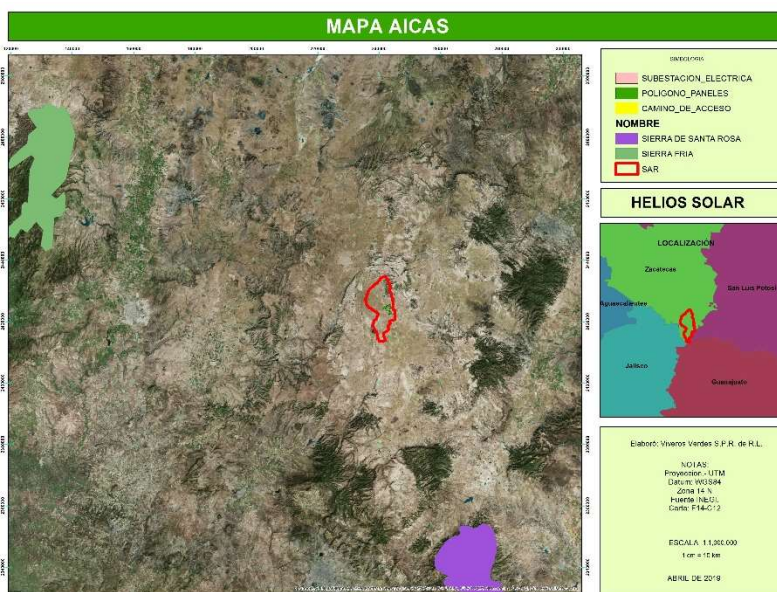


Figura IV.25. AICAS cercanas al área del proyecto y SAR de Helios Solar

IV.4.5 SITIOS RAMSAR

El área del proyecto y el SAR no incide dentro de algún Sitio RAMSAR, únicamente se localizó al Sitio "El Jagüey" ubicado en el Municipio de Buenavista de Peñuelas del Estado de Aguascalientes, como el más cercano al área del proyecto, el cual consta de 201.29 ha y se considera sitio de recarga del acuífero y hábitat de conservación prioritario para la rana endémica amenazada *Smilisca dentata* y otras especies.

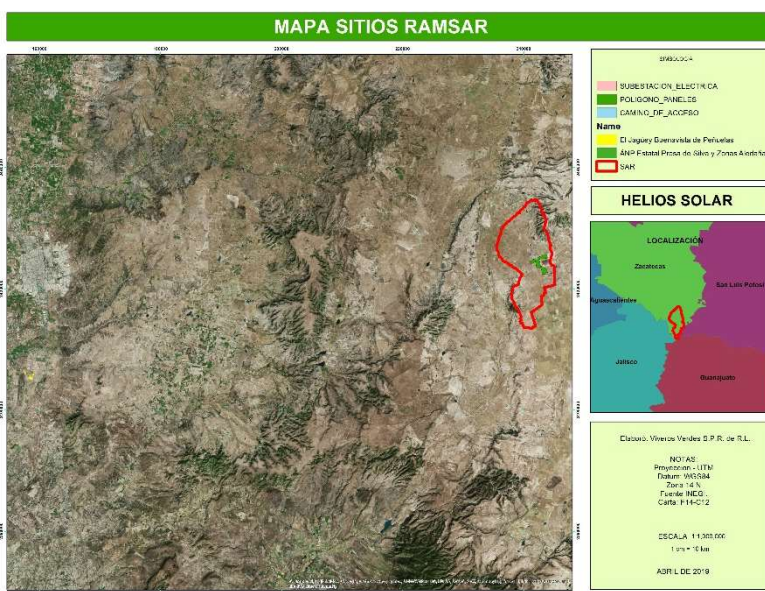


Figura IV.26. Sitios RAMSAR cercanos al área del proyecto y SAR de Helios Solar



IV.5 VEGETACION

Los tipos de vegetación presentes en el SAR y en el área del proyecto se identificaron con base en los archivos vectoriales de los Usos de Suelo y los Tipos de Vegetación (USV) de INEGI, Serie V (2012), así como en el trabajo de campo realizado, mismos que se refieren en los siguientes apartados.

IV.5.1 USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL ESTADO DE ZACATECAS

En forma general, la vegetación natural de Zacatecas se ha dividido en tres grandes grupos: templados, subtropicales y xerófilos, además de la vegetación hidrófila, localizada en los cuerpos de agua a lo largo de todo el estado.

La vegetación correspondiente a los climas semisecos se concentra en una región que abarca todo el centro y este de la entidad, en la etapa de transición entre la zona desértica y la Sierra Madre Occidental. En menor grado se distribuyen los climas templados, en la parte occidental, diseminados en las áreas altas de la sierra. Los climas semicálidos se restringen a pequeños fragmentos muy locales, en el extremo sur y sureste, y no son dignos de considerarse por su reducida extensión.

En lo que a tipos de vegetación respecta, no es posible hablar de una gran diversidad, de acuerdo con la bibliografía en esta región se identifican únicamente cinco tipos de vegetación: matorral desértico micrófilo, matorral crasicaule, matorral desértico rosetófilo, pastizal natural y vegetación halófila. Adicionalmente, se encuentran algunas áreas erosionadas cubiertas por una vegetación secundaria atípica constituida por pastos (*Muhlenbergia sp*, *Hilaria sp* y *Boiteloua spp.*). Estas áreas, resultado de la erosión hídrica moderada, se localizan a 2 450 m.s.n.m bajo climas semisecos templados.

IV.6 VEGETACIÓN EN EL SAR

La vegetación natural en el SAR está comprendida por Matorrales, pastizales y agricultura temporal y de riego. De acuerdo con el INEGI 2010 los usos de suelo que predominan en el SAR son los siguientes:

USO DE SUELO Y VEGETACION	Superficie (ha)	%
Agricultura de temporal anual	9,180.0450	79.53%
Agricultura de temporal permanente	74.1644	0.64%
Agua	66.6397	0.58%
Bosque de encino	184.6436	1.60%
Matorral crasicaule	243.1335	2.11%
Pastizal inducido	99.9480	0.87%
Pastizal natural	144.0688	1.25%
Zona urbana	190.9122	1.65%
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	1,359.4537	11.78%
TOTAL	11,543.0088	100.00%

Tabla IV.6. Uso de suelo y Vegetación en el SAR. Serie VI

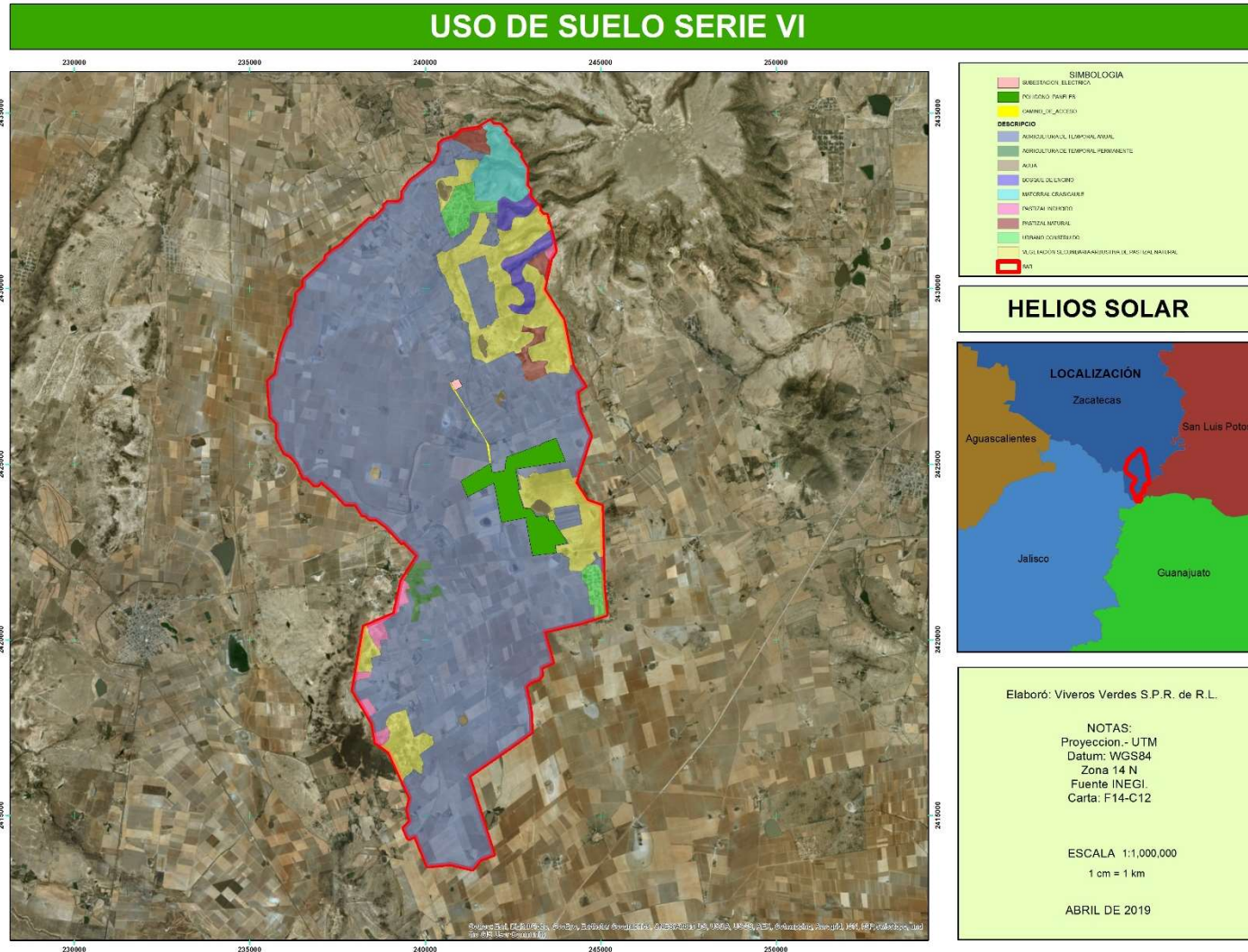


Figura IV.27. Uso de suelo y Vegetación en el SAR



Agricultura: Se incluye bajo este rubro todos aquellos conceptos referentes al y uso que el hombre da a los suelos al dedicarlos a actividades agrícolas. La clasificación se hace teniendo en cuenta primero, la disponibilidad del agua para los cultivos y considerando también, en el caso de la agricultura de temporal, si es permanente o nómada.

Considera los diferentes sistemas de riego (método con el que se proporciona agua suplementaria a los cultivos, durante el ciclo agrícola), básicamente, es la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada, son los surcos que van de un canal principal y mediante la mano de obra se distribuye directamente a la planta; así existe otro método que parte de un canal principal y con sifones se aplica el agua a los surcos.

También con el uso de mano de obra, generalmente se le llama riego por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural. La agricultura de riego considera la forma de transporte de agua como bombeo o gravedad, en general implica el suministro del agua para los cultivos. Es independiente de la duración del cultivo, sea por meses, años o décadas. Se destaca que la tubería de transporte generalmente es sobre la superficie de tierra; sin embargo, también puede estar sepultada hasta las parcelas agrícolas.

Matorrales: Una apreciable cantidad de estos matorrales son comunidades secundarias que se han establecido después de la perturbación y degradación de las comunidades originales como pastizales abiertos, nopaleras o mezquitalas. Estos matorrales incluyen una gama de diferentes comunidades entremezcladas, llamadas localmente huizachales, izotales, nopaleras, mezquitalas y el matorral micrófilo típico del Desierto Chihuahuense.

El común denominador de estos matorrales es la poca precipitación que reciben durante el año; no obstante, desde el punto de vista de su fisonomía, constituyen comunidades muy variadas y diversas. Para Zacatecas, en este trabajo se consideran tres variantes de matorrales xerófilos

- **Matorral desértico micrófilo:** Se le encuentra entre 1,610 y 2300 m.s.n.m, bajo climas del grupo de los semisecos. Esta formado por tres estratos, el superior de una altura media de 2 m, esta constituido por: Mezquite (*Prosopis sp*), nopal tasajillo y nopal cardenche (ambos del género *Opuntia*), gobernadora (*Larrea tridentata*) y chaparro prieto (*Acacia sp*). El estrato medio no alcanza más de 1.5 m de altura, está formada por hojasén (*Flourensia sp*), coyonoztle (*Opuntia imbricata*) y garambullo (*Microrhammus sp*). Hay por último un estrato virtualmente rastrero que no rebasa los 0.9 m y que esta compuesto por mariola (*Parthenium incanum*), nopal cegador (*Opuntia microdasys*), sangregado (*Jatropha spathulata*) y zacatón alcalino (*Atriplex spp*).
- **Matorral crasicaule:** En los climas semisecos a secos, es donde es posible encontrar este tipo de vegetación, principalmente en alturas inferiores a los 1,500 m. Pueden soportar temperaturas estivales superiores a 35° C y periodos prolongados de sequía, además de heladas fuertes en invierno. Está formado por tres estratos, el superior de una altura media de 2 m, constituido por: Mezquite (*Prosopis glandulosa*, *Prosopis juliflora*, *Prosopis ssp*),



nopal serrano y nopal agrio (ambos del género *Opuntia*), gobernadora (*Larrea tridentata*) y chaparro prieto (*Acacia sp*) y barreta (*Helietta parviflora*). El estrato medio no alcanza más de 1.5 m de altura, está formada por ocotillo (*Fouquieria splendens*), guayule (*Parthenium argentatum*), mariola (*Parthenium incanum*), candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*), biznaga burra (*Echinocactus sp*), nopal duraznillo (*Opuntia leucotricha*), gatuño (*Mimosa biuncifera*), granjeno (*Celtis pallida*), sotol (*Dasyliirion sp*). Hay por último un estrato virtualmente rastrero que no rebasa los 0.9 m y que está compuesto por lechuguilla (*Agave lechuguilla*), maguey (*Agave sp*), pasto (*Bouteloua sp*), pasto banderilla (*Bouteloua curtipendula*), pasto (*Jatropha dioica*).

Matorral desértico rosetófilo: : En este tipo de vegetación predominan las asociaciones arbustivas o subarbustivas de plantas con escasas ramas o de tallos simples, con dominancia de plantas con hojas en roseta, con o sin espinas, se desarrolla en suelos profundos en superficies planas, en altitudes desde el nivel del mar hasta los 1,700 metros. Se pueden identificar tres estratos, estrato superior, representado por gobernadora (*Larrea sp*), sotol (*Dasy lirion sp*), gobernadora (*Larrea tridentata*), cardenche (*Opuntia imbricata*), ocotillo (*Foucuiera splendens*), hojasén (*Flourensia cernua*), uña de gato (*Acacia sp*), palma samandoca (*Yucca carnerosana*), chaparro prieto (*Acacia sp*), mezquite (*Prosopis sp*), hojasén (*Flourensia Sp*), nopal rastrero (*Opuntia sp*), nopal cuijo (*Opuntia cantabrigiensis*), huizache (*Acacia sp*), sangregado (*Jatropha sp*), mariola (*Parthenium sp*), el estrato medio esta conformado principalmente por las especies biznaga (*Mammillaria sp*), hojasén (*Florensia sp.*), mariola (*Partheniurm incanum*) y el estrato inferior: guayule (*Parthenium argentatum*), lechuguilla (*Agave lecheguilla*), mariola, cenizo (*Parthenium incanum*), nopal (*Opuntia sp.*), nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), maguey (*Agave sp*), nopal cegador (*Opuntia microdasys*), pasto (*Bouteloua sp*), pasto (*Tridens sp*), espadín (*Agave striata*), parraleño (*Dyssodia sp*), biznaga (*Echinocactus sp*), nopal cardenche (*Opuntia sp*), nopal duraznillo (*Opuntia leucotricha*), sotol (*Dasyliirion sp*), sangregado (*Jatropha dioica*), nopal tasajillo (*Opuntia sp.*), candelilla (*Euphorbia sp*), nopal cuijo, amarillo (*Opuntia cantabrigiensis*), gobernadora (*Larrea tridentata*), hojasén (*Fourensia cernua*), guapilla (*Hechtia sp*), cardenche, coyonoztle (*Opuntia imbricata*), zacate borreguero (*Erioneuron pulchellum*), engordacabra (*Dalea sp*), pasto (*Aristida sp*), sangregado (*Jatropha sp.*), junco, corona de cristo (*Koeberlinia spinosa*), pasto (*Sporobolus sp*), pasto navajita (*Bouteloua sp*), tapón (*Opuntia sp*)

- **Bosque de encino:** Esta comunidad vegetal se desarrolla principalmente en climas semisecos, templados, semicálidos y cálidos, con una precipitación media anual de 600 a 1000 mm. La altitud en las cuales se presenta esta comunidad vegetal oscila entre los 1,500 a 2,100 m. el estrato arbóreo este compuesto por: encino (*Quercus sp*), pino real (*Pinus engelmanni*), madroño (*Arbutus sp*), sabino (*Juniperus sp*), pinos (*Pinus herrerae*, *Pinus leiophylla*), el estrato abustivo este compuesto por *Arctostaphylos sp*, *Acacia sp*, sotol (*Dasyliirion sp*), ocotillo (*Dodonaea sp*), maguey (*Agave sp*) y el estrato herbáceo esta compuesto principalmente por los siguientes pastos: *Imperata sp*, *Bouteloua sp*, *Eragrostis sp*, *Muhlenbergia sp*, *Aristida sp*, *Dalea sp*, *Arctostaphy los sp*, *Andropogon sp*, *Sporobolus sp*, *Stipa sp*, *Setaria sp*, *Cyperus sp*.



Pastizales: Se caracterizan por la abundancia de pastos típicos de las zonas áridas, como *Bouteloua*, *Lycurus*, *Aristida* o *Eragrostis*, entre otros. Se desarrollan en las llanuras y mesetas de toda la región, entre los matorrales xerófilos y los bosques de encino, bajo climas templados semi-secos con periodo de secas en primavera, con lluvias abundantes en verano y lloviznas ocasionales en invierno, con ocurrencia de heladas de moderadas a fuertes y rara vez también nevadas ligeras.

Los pastizales son una de las comunidades más impactadas y vulnerables, ya que debido a su fácil acceso y ubicación han sido ampliamente empleados para fines agropecuarios, principalmente agricultura anual de régimen temporal, o utilizados intensamente para uso pecuario con su consecuente alteración edáfica, florística y fisonómica; aunque hay algunos sitios de pastizal en buena condición en cuanto a la persistencia de especies nativas y cobertura, la mayoría de ellos han sido invadidos por arbustos espinosos y crasicaules, dando origen a matorrales espinosos secundarios caracterizados por diferentes asociaciones de especies.

- **Pastizal natural:** Son comunidades herbáceas dominadas por gramíneas, con un estrato arbustivo o arbóreo muy disperso. Es el tipo de pastizal más abundante en Zacatecas, pero también el más susceptible y frágil por ser el de más fácil acceso y por lo tanto más susceptible al deterioro. En épocas pasadas, estos pastizales cubrieron grandes extensiones, sin embargo, al paso de los años, con el abuso en el uso de la tierra se han ido transformando en los matorrales espinosos que ahora cubren gran parte de la superficie del estado.

Las especies que se encuentran en estos pastizales dependen de la condición del mismo; en sitios más conservados es común la abundancia de diversas especies de *Bouteloua*, mientras que en los pastizales con abundante disturbio son dominantes especies con menor valor forrajero como *Aristida spp.*, *Melinis repens* o *Chloris spp.*

Este tipo de pastizal, por lo general, aparenta un buen grado de conservación; sin embargo, pastizales en condición primaria son difíciles de localizar en Zacatecas. La mayoría son comunidades secundarias invadidas en mayor o menor grado por arbustos espinosos o inermes, por lo que adquieren la fisonomía

Composición florística: la especie dominante en los pastizales con buena condición es *B. chondrosioides*; sin embargo, en pastizales degradados, las especies dominantes son *Aristida spp.* y *Chloris spp.* Estas comunidades, por lo general, presentan un solo estrato herbáceo, en ocasiones se observa un estrato arbustivo o arbóreo muy disperso.

En pastizales conservados, el estrato herbáceo se conforma por gramíneas nativas perennes, típicas de las zonas áridas de México, entre ellas cabe mencionar a *B. chondrosioides*, *B. curtispicula*, *B. dactyloides*, *B. diversispicula*, *B. gracilis*, *B. hirsuta*, *B. radicata*, *B. repens*, *Urochloa meziana*, *Elionurus barbiculmis*, *Eragrostis mexicana*, *Hilaria cenchroides*, *Lycurus phleoides*, *L. phalaroides*, *Muhlenbergia rigida*, *Setaria macrostachya*, *Sporobolus airoides*, *S. atrovirens*, *S. pyramidatus*, *Tripogon spicatus*, entre otras.

En pastizales degradados se observan estas especies en mucha menor cantidad, además de especies indicadoras de disturbio como *Aristida spp.*, *Botryochloa barbinodis*, *Cenchrus*



ciliaris, *C. echinatus*, *C. incertus*, *C. myosuroides*, *Chloris gayana*, *C. rufescens*, *C. submutica*, *C. virgata*, *Cynodon dactylon*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Poa annua*, *Melinis repens*, entre otras.

Además, se puede encontrar una gran cantidad de herbáceas como: compuestas (*Bahia schaffneri*, *Heterosperma pinnatum*, *Perymenium mendezii*), euphorbiáceas (*Euphorbia nutans*, *Jatropha dioica*, *Croton pottsii*), leguminosas (*Crotalaria pumila*, *Dalea spp.*, *Macroptilium gibbosifolium*, *Zornia thymifolia*) o malváceas (*Anoda cristata*, *Sida abutifolia*, *S. linearis*, *S. rhombifolia*).

El estrato arbustivo o arbóreo, cuando está presente, siempre está constituido por elementos muy dispersos, como *Acacia farnesiana*, *A. schaffnerii*, *Eysenhardtia polystachya*, *Forestiera phillyreoides*, *Quercus spp.*, *Yucca filifera*, entre otros.

- **Pastizal inducido o zacatonal:** Se establece principalmente en áreas con ligeras pendientes y suelos pobres y pedregosos. Las especies dominantes son *Bouteloua curtipendula* y *Muhlenbergia rigida*, las cuales, por lo general, están asociadas con arbustos inermes o espinosos.

Composición florística: las especies dominantes son *Bouteloua curtipendula* y *Muhlenbergia rigida*, asociadas a otras especies de pastos como *Aristida divaricata* o *Bouteloua gracilis* y a arbustos como *Forestiera phillyreoides*, *Dalea bicolor* o *Eysenhardtia polystachya*, entre otros.

IV.7 VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO

De acuerdo con los USV (INEGI, Serie V, 2012), en el área del proyecto se muestran tres usos de suelo, todos correspondientes a agricultura de temporal anual, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Componente	Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	%
Planta fotovoltaica "Helios Solar"	Agricultura de temporal anual	325.3920	96%
Subestación de maniobras	Agricultura de temporal anual	6.1026	2%
Camino de acceso y su derecho de vía incluyendo la línea de interconexión cuya superficie es de 3.9701 ha (39,701 m2)	Sin vegetación	6.2268	2%
TOTAL		337.7214	100%

Tabla IV. 7. Usos de suelo y tipo de vegetación para el SAR INEGI Serie VI



Figura IV.30. Panorámica del área del proyecto.

En el predio en estudio, de acuerdo con los mapas de **Uso del Suelo y Vegetación Series I, III y VI de INEGI** a escala 1:250 000, se puede observar que la presión de las actividades antrópicas, en específico la agricultura ha desplazado la vegetación de pastizal la cual estaba presente en la Serie I, posteriormente cambio a vegetación secundaria de pastizal, para finalmente cambiar a un uso de suelo agrícola, este fenómeno se puede observar en gran parte del SAR, en donde la agricultura va sustituyendo a la vegetación natural.

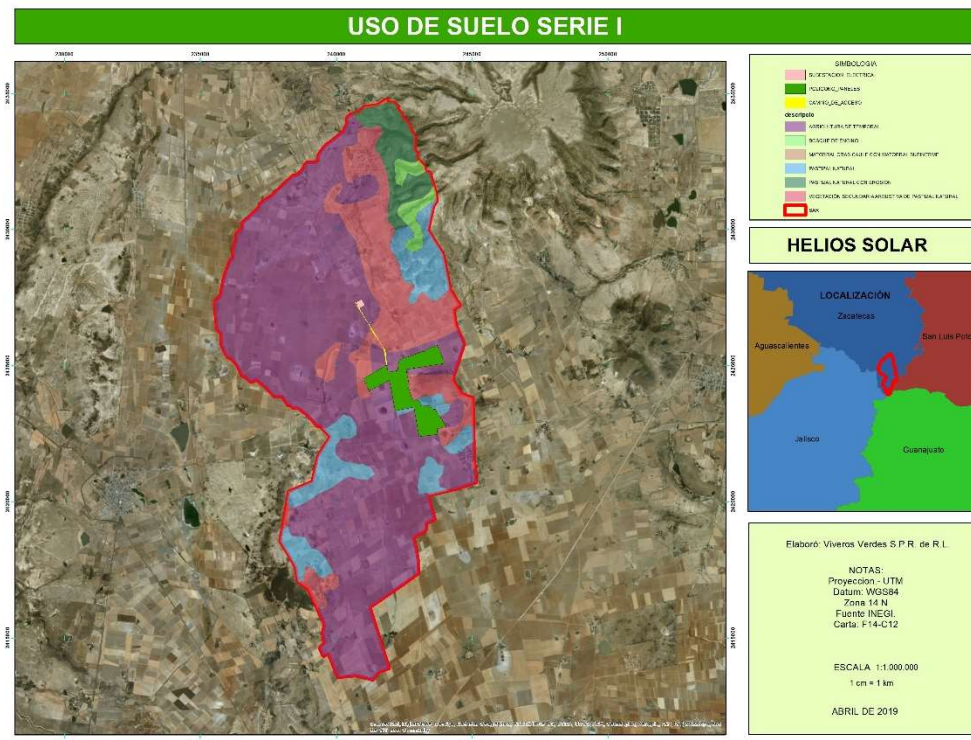


Figura IV.31. Usos de suelo y tipo de vegetación para el SAR INEGI Serie I.

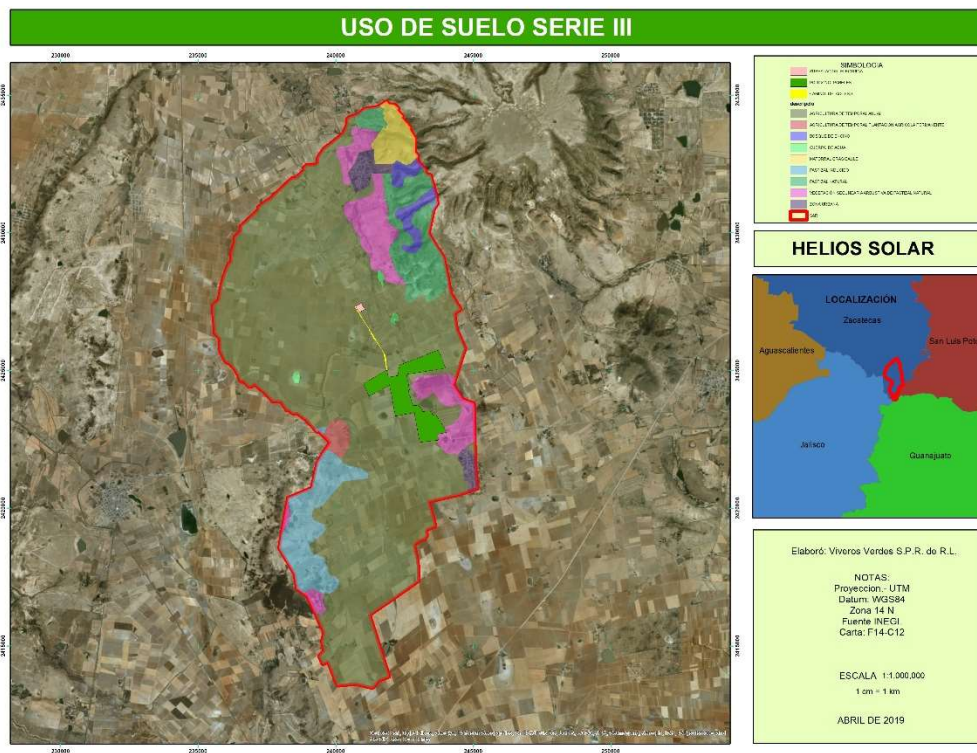


Figura IV.32. Usos de suelo y tipo de vegetación para el SAR INEGI Serie III

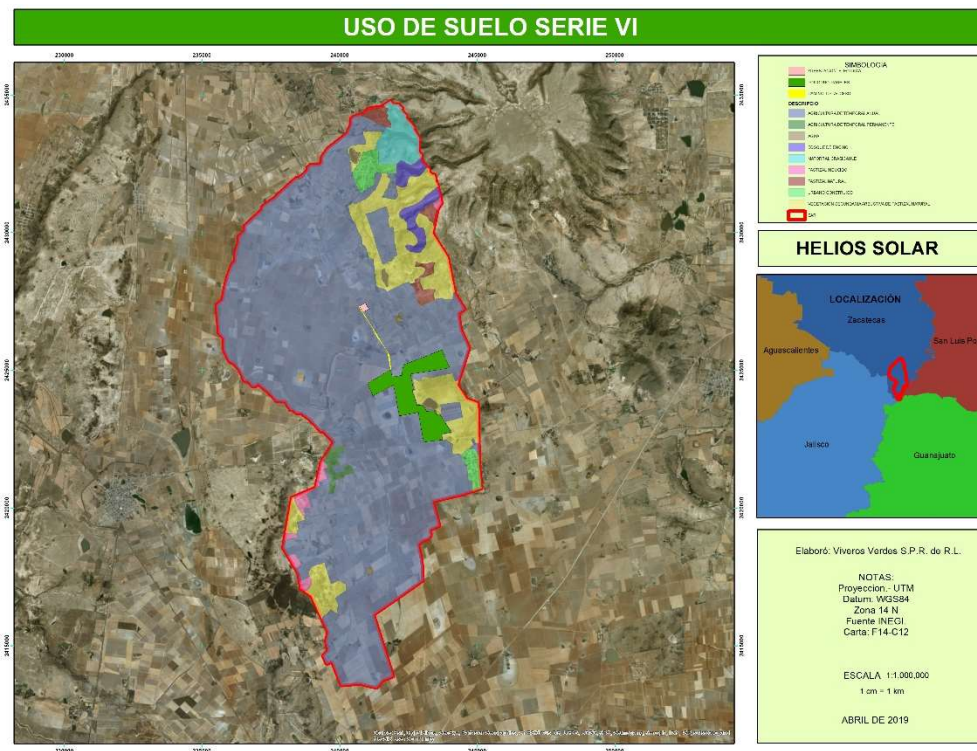


Figura IV.33. Usos de suelo y tipo de vegetación para el SAR INEGI Serie VI.



IV.7.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y DE BASES DE DATOS DE LA FLORA PRESENTE EN EL SAR

Los **matorrales xerófilos** están distribuidos en gran parte del Estado de Zacatecas. De acuerdo con la bibliografía, las especies dominantes de los matorrales y que dan fisonomía al sitio son leguminosas espinosas como *Acacia schaffneri*, *A. farnesiana*, *Mimosa aculeaticarpa*, *M. monancistra*, *Prosopis laevigata*, además de una gran variedad de nopales (*Opuntia spp.*). No obstante, la especie dominante y el grado de densidad de la comunidad usualmente dependen de la intensidad del disturbio en la zona. Por ejemplo, en zonas con alto grado de disturbio, la densidad del matorral es alta y por lo general predomina *Mimosa monancistra* mezclado con *Acacia schaffneri*.

El primer estrato generalmente es abierto, con dominancia de arbustos espinosos de 3 hasta 5 m de alto y nopales de hasta 8 m de altura. Entre las especies dominantes, cabe mencionar: *Acacia farnesiana*, *A. schaffneri*, *Prosopis laevigata*, *Opuntia jaliscana* u *O. streptacantha*, mezclados con algunos arbustos inermes como *Aloysia gratissima*, *Forestiera phillyreoides*, *Eysenhardtia polystachya*, *E. punctata*, entre otras.

Frecuentemente es posible encontrar sitios con dominancia de nopales, formando verdaderas nopaleras. Dentro de las especies más frecuentes se pueden mencionar *Opuntia imbricata*, *O. jaliscana*, *O. joconostle*, *O. leucotricha*, *O. rastrera*, *O. robusta*, *O. streptacantha*, siendo esta última la más frecuente. Un segundo estrato está formado por arbustos espinosos bajos de 0.5 a 1.5 m, con *Mimosa aculeaticarpa* y *M. monancistra* como las más frecuentes, además de arbustos inermes como *Bouvardia ternifolia*, *Brickellia veronicifolia*, *Dalea bicolor*, *Lantana camara*, *L. hirta*, *Lippia inopinata*, *Salvia melissodora*, *Trixis angustifolia*, *Verbesina serrata*, *Zaluzania augusta*, entre otras especies. No obstante, los elementos espinosos siempre son dominantes.

El estrato herbáceo suele ser denso en las comunidades menos perturbadas, con abundantes pastos cespitosos perennes, siendo los más comunes las diferentes especies del género *Bouteloua* como *B. chondrosioides*, *B. curtipendula* o *B. repens*, asociados a *Enneapogon desvauxii* y *Lycurus phleoides*, entre otros; *B. chondrosioides* es generalmente el pasto dominante por abundancia y cobertura; sin embargo, la mayoría de estas comunidades suelen estar muy degradadas por sobre-pastoreo, mostrando un estrato herbáceo muy pobre, frecuentemente representado por pastos anuales indicadores de disturbio, principalmente *Aristida adscensionis*, *A. divaricata*, *Bothriochloa barbinodis*, *Cenchrus ciliaris*, *C. insertus*, *Chloris submutica*, *C. virgata* y *Melinis repens*, entre otros, además de otras plantas como *Bidens pilosa*, *Coryphantha sp.*, *Dichondra argentea*, *Evolvulus alsinioides*, *Heterosperma pinnatum*, *Ipomoea stans*, *Jatropha dioica*, *Loeselia coerulea*, *Mammillaria spp.*, *Sanvitalia procumbens*, *Simsia amplexicaule* y *Sida abutifolia*.



IV.7.2 ESPECIES REGISTRADAS EN EL SAR, BIBLIOGRÁFICAMENTE, EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Una vez revisado el listado de las especies de flora que pudieran estar presentes en el SAR, de acuerdo con la **bibliografía** y las **bases de datos** consultadas, no se encontró alguna especie bajo alguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.7.3 TRABAJO DE CAMPO DE FLORA

Para corroborar lo reportado por INEGI, en el SAR y área del proyecto, se llevó a cabo trabajo de campo, confirmándose que el uso de suelo presente en el área del proyecto es de agricultura con las variantes de agricultura de temporal anual y de riego anual.

En este sentido, para la caracterización de la vegetación se utilizó la técnica de muestreo, la cual es una herramienta que consiste en utilizar sitios denominados unidades de muestreo, que deben ser representativos de la población objeto de estudio sobre la cual se realiza la toma de datos.

Las unidades de muestreo son los elementos utilizados para seleccionar la muestra. En la realización de inventarios forestales con muestreo, con mucha frecuencia se utilizan conglomerados de un tamaño determinado como unidad para la toma de datos. En el Inventario Nacional Forestal y de Suelos se utiliza el conglomerado integrado por cuatro unidades de muestreo secundarias o sitios. (CONAFOR. 2012, Manual y procedimientos para el muestreo de campo Inventario Nacional Forestal).

Los tipos de conglomerados o formas de muestreo depende mucho del tipo de vegetación; sin embargo, el más usado corresponde a parcelas o sitios rectangulares o cuadrados de 10 x 10m, 40 x 10m, 15 x 10m etc., determinando subparcelas de muestreo de 1x1m y/o 5 x 5m para determinar los estratos que están por debajo del estrato arbóreo y así representar de una mejor forma la estructura de la vegetación.

En este sentido, con el fin de tener una mejor identificación y análisis de la vegetación, se realizó trabajo de campo con muestreo dirigido mediante un total de **10 sitios** de 10 x 10 m (100 m²), en los cuales se caracterizó la vegetación arbórea, arbustiva, herbácea y grupo de cactáceas. Mediante este método, todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. Es importante resaltar que, con dicho método, como en algunos otros (bloques al azar, estratificado o aleatorio), se evalúa sólo una fracción de la población de manera objetiva y se extrapolan los resultados obtenidos a toda la superficie de estudio.

Se contabilizó el número de ejemplares por especie identificada cuando la mitad o más del individuo se localizan dentro de esta, no considerándose en caso contrario su presencia. Así mismo, se midieron los parámetros dasométricos de altura, diámetro basal a 10 cm y/o diámetro a la altura de pecho (1.30 m), así como los diámetros de copa tomados de norte a sur y de oriente a poniente.

Cabe mencionar, que los sitios de muestro se enfocaron en el SAR, en la vegetación de mayor dominancia (vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia), misma que de acuerdo con su distribución, se considera que en algún momento predominó en el área del proyecto. Lo anterior,



dado que en el área del proyecto prevalece el uso de suelo agrícola, mismo que ha modificado las condiciones originales de los componentes naturales de flora y fauna.

Para la delimitación de las parcelas de muestreo se georreferenció primeramente el vértice suroeste de cada una de ellas con apoyo de un equipo geoposicionador, realizando posteriormente el marcaje de los cuatro vértices partiendo del punto central en el sentido de las manecillas del reloj, estableciéndose de esta manera cuatro marcas con apoyo de cinta fluorescente (ver siguiente figura).

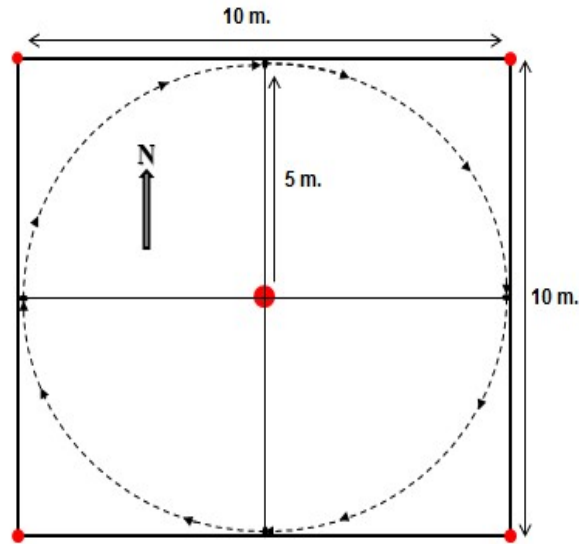


Figura IV.34. Esquema que muestra la delimitación de las parcelas de muestreo.

La estratificación de las especies (arbóreo, arbustivo, herbáceo y grupo de cactáceas) fue establecida de acuerdo con su forma biológica y no así en la etapa de desarrollo en que se encontraron (dimensiones), tomando como base para dicha clasificación la descripción encontrada en las fichas técnicas de cada una de estas, la cual fue previamente consultada por el grupo de técnicos que efectuaron el levantamiento de la información.

Tal como fue señalado con anterioridad, en estas parcelas se midieron los diámetros de fuste, diámetro de copa, altura y número de individuos por especie, para realizar las estimaciones de Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr) y Frecuencia relativa (Fr), utilizando las siguientes fórmulas:

$$Ar = (\text{No. de individuos de la especie } (n) / \text{No. total de todas las especies}(N)) * 100$$

Se refiere a la relación de la densidad de las especies comparado con un total existente (Heiseke et al., 1985 y Franco et al., 1991).

$$Ar = (n / N) * 100$$

$$Dr = (\text{Área de la copa de la especie} / \text{Área de la copa de todas las especies}) * 100$$

$$Fr = (\text{No. de parcelas con la especie}(n) / \text{No. de parcelas muestreadas}(N)) * 100.$$



Parámetro que ofrece una idea de la distribución de las especies, siendo fundamental para conocer la estructura de la comunidad (Heiseke, et al., 1985, citado por Rocha, 1995).

$$Fr = (n / N) * 100$$

IV.7.3.1 Estimación de índices

Los índices han y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación. Si bien muchos investigadores opinan que estos comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son el único medio para analizar los datos obtenidos en un muestreo. Los índices que se manejarán en este trabajo son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación (Muller et al, 1974).

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice corresponde a la suma de estos tres parámetros, siendo este valor el que revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal y un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el IVI es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del Índice debe ser igual a 300. Muchas veces no se tiene información o no es posible medir los tres parámetros utilizados para calcular el Índice, por lo cual en estos casos se deben sumar los valores de dos parámetros, cualquiera que sea la combinación.

Índices de diversidad

La diversidad, en su definición, considera tanto al número de especies como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. En la actualidad, estos índices son criticados porque comprimen mucha información que puede ser más útil si se analiza de manera diferente. A pesar de ello, los estudios florísticos y ecológicos recientes los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc. Normalmente, los índices de diversidad se aplican dentro de las formas de vida (por ejemplo, diversidad de árboles, hierbas, etc.) o dentro de estratos (diversidad en los estratos superiores, en el sotobosque, etc.).

Para el análisis del trabajo de campo realizó se utilizó el Índice de Shannon - Wiener, uno de los más frecuentes para determinar la diversidad de plantas de un determinado hábitat (Matteuci et al., 1974). Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra.

Índice de Shannon: El índice de Shannon se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Magurran 2001).



Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio (Moreno, 2001). El índice se calcula mediante la fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i (\ln (P_i))$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener.

S = Número de especies.

P_i = Abundancia relativa.

\ln = Logaritmo natural.

Equidad: La equidad (E) es qué tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies. Puede demostrarse que cuando $p_i = 1/S$ para toda p_i , se alcanza la uniformidad máxima siendo p_i la proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n_i/N_t) para lo cual generalmente el índice de equidad más apropiado es el índice de Shannon (Franco et al., 1989).

Para determinar el índice de equidad de Shannon es necesario conocer la diversidad de cada muestreo, una vez obtenido este valor es posible aplicar la fórmula de equidad Shannon como se puede ver a continuación.

Donde:

E = equidad.

H = diversidad.

$\ln (S)$ = logaritmo natural del número total de especies existentes dentro la parcela.

IV.7.4 RESULTADO DE TRABAJO DE CAMPO EN EL SAR

Como se mencionó anteriormente, dentro del SAR se determinaron 10 sitios de muestreo para la caracterización de la vegetación. En la siguiente tabla se indica las coordenadas de cada sitio de muestreo.

PUNTO	X	Y	PUNTO	X	Y
1	240575	2430838	6	240297	2421441
2	242173	2428223	7	238415	2420006
3	241090	2425822	8	238813	2418862
4	243140	2424533	9	240174	2417046
5	244899	2422754	10	239239	2416351

Tabla IV.8 . Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR. UTM (WGS84, Datum 13).

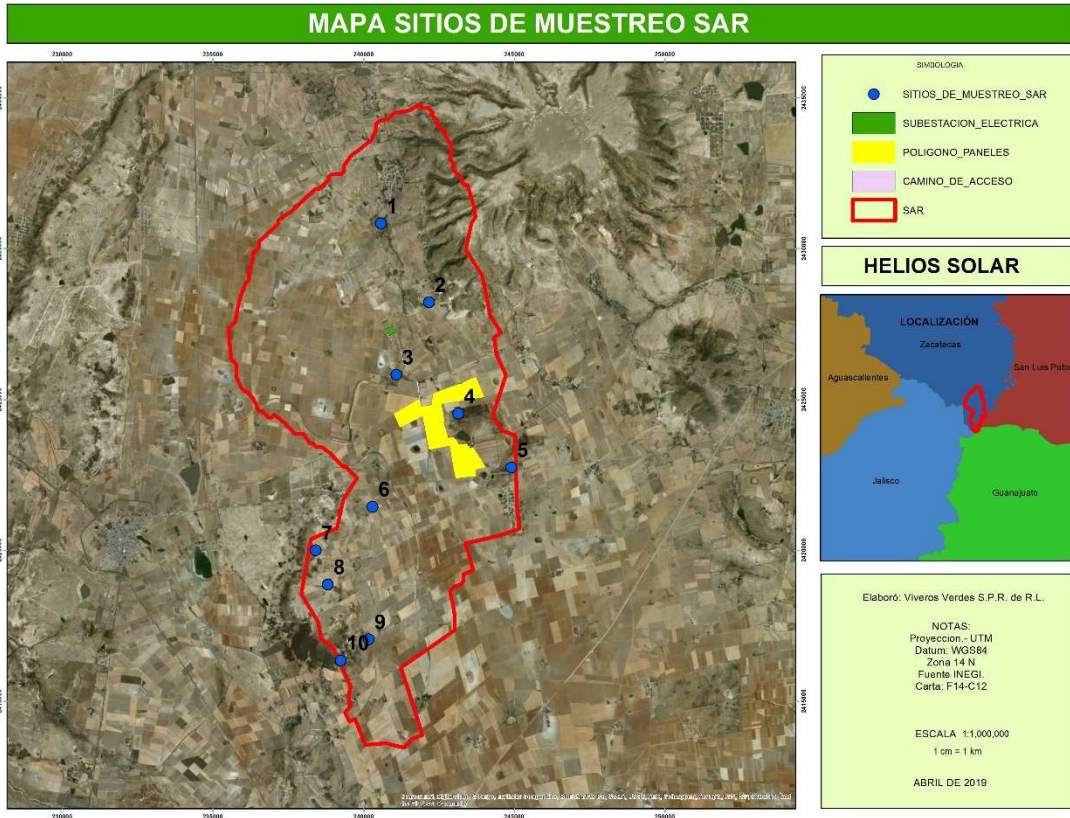


Figura IV.35. Localización de los Sitios de Muestreo en el área del SAR

Una vez realizado el trabajo de campo y su análisis, se registraron un total de 18 especies, las cuales se encuentran distribuidas en 11 familias taxonómicas. La familia mejor representada es la Cactaceae con 6 especies, seguida de Fabaceae con 3 especies, ver siguiente figura.

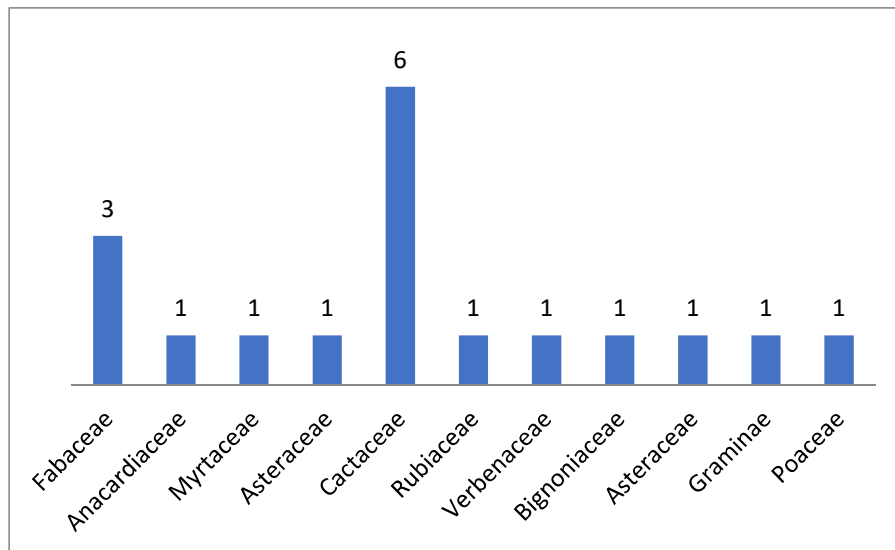


Figura IV. 36. Distribución de especies por Familia taxonómica en el SAR



En la siguiente tabla se indican las especies encontradas durante el muestreo realizado en el SAR.

Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM- 059-2010
Arboreo	Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	No registrado
Arboreo	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	No registrado
Arboreo	Myrtaceae	<i>Eucalyptus sp</i>	Eucalipto	No registrado
Arbustivo	Fabaceae	<i>Mimosa monancistra</i>	Uña de gato	No registrado
Arbustivo	Asteraceae	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	No registrado
Arbustivo	Fabaceae	<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	No registrado
Grupo de cactáceas	Cactaceae	<i>Coryphantha sp.</i>	Cardenche	No registrado
Grupo de cactáceas	Cactaceae	<i>Opuntia tunicata</i>	Abrojo	No registrado
Grupo de cactáceas	Cactaceae	<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal	No registrado
Grupo de cactáceas	Cactaceae	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal	No registrado
Grupo de cactáceas	Cactaceae	<i>Opuntia spinulifera</i>	Nopal	No registrado
Grupo de cactáceas	Cactaceae	<i>Agave salmiana</i>	Maguey	No registrado
Herbacea	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	No registrado
Herbacea	Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i>	Santanilla	No registrado
Herbacea	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Tronadora	No registrado
Herbacea	Asteraceae	<i>Zaluzania triloba</i>	Jediondilla	No registrado
Herbacea	Graminae	<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>	zacate	No registrado
Herbacea	Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	Zacate navajita	No registrado

Tabla IV.9 . Listado florístico de especies registradas en el SAR.

IV.7.5 ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR ESTRATO

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener, índice de Equidad y el índice de Diversidad Máxima por estrato vegetal en el muestreo realizado en la vegetación del SAR (estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y grupo de cactáceas).

Asimismo, se presenta de manera anexa el archivo de Excel correspondiente a la memoria de cálculo que incluye los resultados obtenidos para los valores presentados como índices de diversidad analizado en el SAR, incluyendo así mismo los valores de abundancia relativa en términos de densidad y su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (archivo digital).



Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Fabaceae	Prosopis laevigata	Mezquite	37	0.6981	-0.36	-0.25	0.251	0.228
Anacardiaceae	Schinus molle	Pirul	10	0.19	-1.67	-0.31	0.31	0.286
Myrtaceae	Eucalyptus sp	Eucalipto	6	0.11	-2.18	-0.25	0.25	0.224
			53				0.81	0.74
						1.10	Índice máximo de diversidad	

Tabla IV. 10. Listado florístico de especies registradas en el SAR para el estrato arbóreo

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Fabaceae	Mimosa monancistra	Uña de gato	59	0.4184	-0.87	-0.36	0.365	0.131
Asteraceae	Verbesina serrata	Vara blanca	24	0.1702	-1.77	-0.30	0.301	0.109
Fabaceae	Acacia schaffneri	Huizache chino	58	0.4113	-0.89	-0.37	0.365	0.132
			141				1.03	0.37
						2.77	Índice máximo de diversidad	

Tabla IV.11. Listado florístico de especies registradas en el SAR para el estrato arbustivo

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Cactaceae	Cylindropuntia imbricata ssp.	Cardenche	70	0.5147	-0.66	-0.34	0.342	0.191
Cactaceae	Opuntia tunicata	Abrojo	10	0.0735	-2.61	-0.19	0.192	0.107
Cactaceae	Opuntia lasiacantha	Nopal	12	0.0882	-2.43	-0.21	0.214	0.120
Cactaceae	Opuntia streptacantha	Nopal	15	0.1103	-2.20	-0.24	0.243	0.136
Cactaceae	Opuntia spinulifera	Nopal	13	0.0956	-2.35	-0.22	0.224	0.125
Cactaceae	Agave salmiana	Magüey	16	0.1176	-2.14	-0.25	0.252	0.141
			136				1.467	0.819
						1.79	Índice máximo de diversidad	

Tabla IV.12. Listado florístico de especies registradas en el SAR para el Grupo de Cactáceas

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Rubiaceae	Bouvardia ternifolia	Trompetilla	207	0.2179	-1.52	-0.33	0.332	0.185
Verbenaceae	Aloysia gratissima	Santanilla	222	0.2337	-1.45	-0.34	0.340	0.190



Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Bignoniaceae	Tecoma stans	Tronadora	177	0.1863	-1.68	-0.31	0.313	0.175
Asteraceae	Zaluzania triloba	Jediondilla	61	0.0642	-2.75	-0.18	0.176	0.098
Graminae	Muhlenbergia tenuifolia	zacate	98	0.1032	-2.27	-0.23	0.234	0.131
Poaceae	Bouteloua gracilis	Zacate navajita	185	0.1947	-1.64	-0.32	0.319	0.178
			950				1.714	0.957
						1.79	Índice máximo de diversidad	

Tabla IV.13. Listado florístico de especies registradas en el SAR para el estrato herbáceo

En la siguiente grafica se muestran los índices de diversidad calculados para los diferentes estratos de vegetación en el SAR. En la misma se puede observar que la mayor diversidad se obtuvo en el estrato herbáceas para la mayoría de los índices.

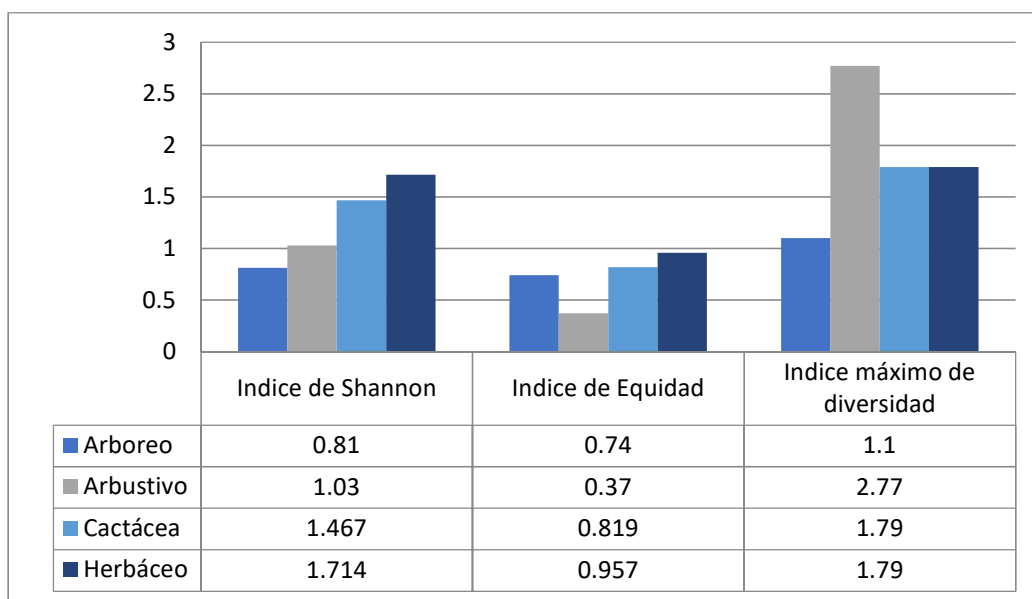


Figura IV.37. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación de SBC realizado en el SAR.

IV.7.5.1 Análisis del índice de Shannon en el SAR

La interpretación del índice de Shannon-Wiener es intuitiva, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice, de acuerdo con lo anterior, en el estrato arbóreo se registraron un total de 53 individuos en 3 especies y un índice de diversidad estimado en 1.10, con *Prosopis laevigata* como la especie de mayor distribución, el estrato arbóreo puede ser clasificado como de baja diversidad.



En el estrato arbustivo se registraron 3 especies con un total de 141 individuos y un índice de diversidad estimado de 2.77, por lo que tomando como base la clasificación señalada en literatura, en la que 1 es el valor más bajo y 5 es el valor más alto, el estrato arbustivo puede ser clasificado como de mediana diversidad, con *Mimosa monancistra* como la especie de mayor distribución.

Por otra parte, en el estrato herbáceo se registraron un total de 950 individuos distribuidos en 6 especies, dando como resultado un índice de diversidad de 1.79, clasificado también como de baja diversidad, con *Aloysia gratissima* como la única especie registrada.

Por último, en el grupo de las cactáceas se registraron un total de 136 individuos distribuidos en 6 especies, dando como resultado un índice de diversidad de 1.79, puede ser clasificado también como de baja diversidad, con *Cylindropuntia imbricata ssp.* como la especie de mayor distribución.

Los resultados obtenidos para los grupos de las herbáceas y grupo de las cactáceas presentan una homogeneidad entre las especies presentes en la superficie evaluada del SAR para los dos tipos de vegetación. De esta forma la evaluación realizada en la vegetación podría ser clasificado como de diversidad baja.

IV.7.5.2 Análisis del Índice de IVI en el SAR

Como se muestra en la siguiente tabla y de acuerdo a los resultados obtenidos, *Prosopis laevigata* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Densidad relativa (%)	IVI
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	69.8	56.3	90.96	69.81	217.02
<i>Schinus molle</i>	Pirul	18.9	25.0	6.64	18.87	50.51
<i>Eucalyptus sp</i>	Eucalipto	11.3	18.8	2.39	11.32	32.46
		100.0	100.00	100.00	100.00	300.00

Tabla IV.14. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo del SAR

Como se muestra en la siguiente tabla y de acuerdo con los resultados obtenidos, *Mimosa monancistra* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Densidad relativa (%)	IVI
<i>Mimosa monancistra</i>	Uña de gato	41.8	33.3	46.91	41.84	122.08
<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	17.0	23.8	7.76	17.02	48.59
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	41.1	42.9	45.33	41.13	129.32
		100.0	100.0	100.00	100.00	300.00

Tabla IV. 15. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo del SAR

En el grupo de cactáceas *Cylindropuntia imbricata ssp.* obtuvo los valores más altos, tal y como se muestra en la siguiente tabla.



Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Densidad relativa (%)	IVI
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	51.5	31.3	84.57	51.47	167.29
<i>Opuntia tunicata</i>	Abrojo	7.4	12.5	1.73	7.35	21.58
<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal	8.8	12.5	2.49	8.82	23.81
<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal	11.0	12.5	3.88	11.03	27.41
<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal	9.6	15.6	2.92	9.56	28.10
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal	11.8	15.6	4.42	11.76	31.81
		100.0	100.0	100.00	100.00	300.00

Tabla IV.16. Valor de importancia calculado para las especies de flora del grupo de cactáceas del SAR

Respecto al estrato herbáceo únicamente se registró una especie *Aloysia gratissima.*, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Densidad relativa (%)	IVI
<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	21.8	20.8	25.06	21.79	67.68
<i>Aloysia gratissima</i>	Santanilla	23.4	20.8	28.82	23.37	73.02
<i>Tecoma stans</i>	Tronadora	18.6	18.8	18.32	18.63	55.70
<i>Zaluzania triloba</i>	Jediondilla	6.4	8.3	2.18	6.42	16.93
<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>	zacate	10.3	10.4	5.62	10.32	26.35
<i>Bouteloua gracilis</i>	Zacate navajita	19.5	20.8	20.01	19.47	60.32
		100.0	100.0	100.00	100.00	300.00

Tabla IV.17. Valor de importancia calculado para las especies de flora del estrato herbáceo del SAR

En este sentido, se puede considerar que las especies con mayor valor de importancia son las que proporcionan la estructura de la vegetación en la superficie del SAR.

IV.8 RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Como se mencionó anteriormente, de acuerdo con el INEGI en el área del proyecto únicamente se encontró un uso de suelo, el agrícola, situación que se confirmó una vez constituidos en campo, en este sentido, al no presentarse componentes ambientales naturales solo se realizaron muestreos en dos sitios, lo cuales tienen la siguiente ubicación y coordenadas:

VERTICE	X	Y
1	242662	2423689
2	243662	2423137

Tabla IV.18. Coordenadas de los sitios del muestreo en el área del proyecto.

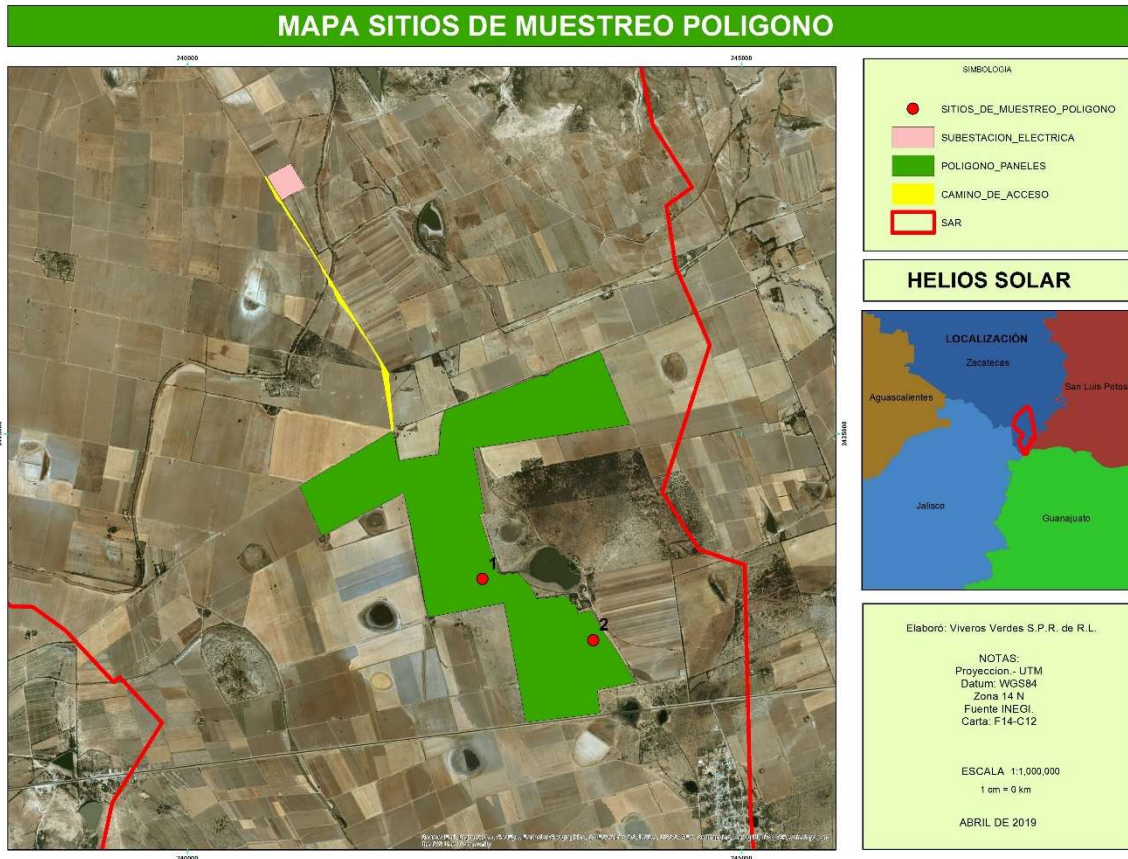


Figura IV.38. Localización de los sitios de muestreo en el área del proyecto.

Cabe mencionar, que se observaron algunos individuos arbóreos, mismos que son empleados para la delimitación de las parcelas agrícolas (cercos vivos); sin embargo, dichos individuos de ninguna forma se pueden considerar como un macizo o vegetación forestal.

De manera anexa se presenta una secuencia fotográfica mediante la cual se evidencia las condiciones modificadas por actividades antrópicas (agrícolas e infraestructura urbana).

En la visita de cada sitio evaluó la presencia y condición de la vegetación, los individuos presentes se identificaron a nivel especie por parte de un Biólogo especialista en flora y se determinó si la vegetación existente en el sitio conforma una masa forestal o no.

Derivado de los recorridos de campo, se observaron pequeñas asociaciones de vegetación que corresponden sobre todo a *Schinus molle*, *Prosopis sp*, *Acacia schaffneri* que por lo general actúan como barreras rompevientos o cercos vivos cuya función principal es la delimitación de las distintas parcelas, sin embargo, dichos individuos no se consideran como un terreno forestal o vegetación forestal, en la siguiente tabla se indican las especies encontradas durante el muestreo realizado en el área del proyecto.



Nombre científico	Nombre común	Familia	Estrato	T1	T2	Abundancia
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	Fabaceae	Arbóreo	1	0	1
<i>Schinus molle</i>	Pirul	Anacardiaceae	Arbóreo	3	2	5
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	Fabaceae	Arbustivo	4	3	7
<i>Cylindropuntia imbricata ssp.</i>	Cardenche	Cactaceae	Cactácea	2	3	5
<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal	Cactaceae	Cactácea	4	5	9
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal	Cactaceae	Cactácea	3	6	9
<i>Aloysia gratissima</i>	Santanilla	Verbenaceae	Herbáceo	5	6	11
<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>	Zacate	Graminae	Herbáceo	18	21	39
<i>Bouteloua gracilis</i>	Zacate navajita	Poaceae	Herbáceo	16	18	34

Tabla IV.19. Listado florístico de especies registradas en el área del proyecto.

IV.8.1 ESPECIES DE FLORA EN CATEGORÍA DE RIESGO CONFORME A LA NOM-059-SEMARNAT-2010, PARA EL SAR Y EL ÁREA DEL PROYECTO.

De acuerdo con la consulta realizada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se pudo constatar que ni en el área del proyecto ni en el SAR muestreado existen especies incluidas en esta norma.

IV.8.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR ESTRATO

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener, índice de Equidad y el índice de Diversidad Máxima por estrato vegetal en el muestreo realizado en la vegetación del área del proyecto (estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y grupo de cactáceas).

Arbóreo

Nombre científico	Nombre común	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
<i>Schinus molle</i>	Pirul	0.8333	-0.18	-0.15	0.152	0.219
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	0.1667	-1.79	-0.30	0.299	0.431
					0.69	Índice de diversidad

Arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	1.0000	0.00	0.00	0.000	0.000
					0	Índice de diversidad

Cactáceas

Nombre científico	Nombre común	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
<i>Cylindropuntia imbricata ssp.</i>	Cardón	0.4000	-0.92	-0.37	0.367	0.334
<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal	0.2000	-1.61	-0.32	0.322	0.293
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal	0.4000	-0.92	-0.37	0.367	0.334
					1.10	Índice de diversidad



Herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Indice de Shannon	Indice de Equidad
<i>Aloysia gratissima</i>	Santanilla	0.1310	-2.03	-0.27	0.266	0.242
<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>	Zacate	0.4643	-0.77	-0.36	0.356	0.324
<i>Bouteloua gracilis</i>	Zacate navajita	0.4048	-0.90	-0.37	0.366	0.333
					1.10	Indice de diversidad

IV.8.2.1 Análisis del índice de Shannon en el área del proyecto

La interpretación del índice de Shannon-Wiener es intuitiva, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice, de acuerdo con lo anterior.

De manera general los resultados obtenidos en el área del proyecto para los diferentes estratos indican cierto grado de degradación en el área, ya que de acuerdo a la literatura consultada, las comunidades de porte arbustivo pueden alcanzar valores de diversidad superiores a 3.75, los cuales se encuentran clasificados como ecosistemas "diversos". De esta forma la evaluación realizada en la vegetación presenta un Índice de Diversidad que va desde 0.69 hasta 1.10 mismo que podría ser clasificado como de **diversidad baja**.

IV.9 FAUNA

IV.9.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y BASE DE DATOS DE FAUNA PRESENTE EN EL SAR

AVES

La avifauna asociada a la vegetación que la caracteriza, matorral crassicaule (mezquite, huizache y nopaleras) (SPP , 1981), está representada por 83 especies, de las cuales 49 son residentes y 34 migratorias. Están distribuidas en diez órdenes, 24 familias, siete subfamilias y 71 géneros (De la Riva, 1993b). Las especies dominantes en esta zona fueron la paloma huilota (*Zenaida macroura*), la matraca (*Campylorhynchus brunneicapillus*, el gorrión torito (*Poecetes gramineus*). Por estaciones se observó que las especies residentes como la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*), cuitlacoche (*Toxostoma curvirostre*), paloma huilota (*Zenaida macroura*) y la matraca grande (*Campylorhynchus brunneicapillus*) fueron más abundantes en primavera, verano y otoño. El invierno estuvo mejor representado por especies migratorias como gorriones (*Ammodramus savannarum*, *Poecetes gramineus*) y verdines (*Dendroica coronata*, *D. nigrescens* y *D. graciae*).

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nom-059	Endémica	Prioritaria
Passeriformes	Emberizidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra			
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila Real	A		A
Passeriformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero			



Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nom-059	Endémica	Prioritaria
Passeriformes	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo			
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Buho cornudo			
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Pr		
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Pr		
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja			
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr		
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa			
Trochiliformes	Trochilidae	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí matraquita			
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo pechiblanco			
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca grande			
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Carara quebranta huesos			
Passeriformes	Passerellidae	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín o llanero			
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura			
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	Chivirin barranqueño			
Passeriformes	Emberizidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión Arlequín			
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Tapacamino o chotacabra común			
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola Cola Larga			
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común			
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común			
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero			
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco mexicanus</i>	Halcon palido	A		
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Pr		
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano			
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos Norteño			
Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado			
Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica graciae</i>	Verdin pinero			
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón Verdugo			
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops asio</i>	Tecolote Oriental			
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero de Gila			
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño			



Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nom-059	Endémica	Prioritaria
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita			
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera			
Passeriformes	Emberizidae	<i>Peucaea cassinii</i>	Zacatonero de Cassin			
Passeriformes	Ptilonotidae	<i>Ptilonotus cinereus</i>	Capulínero gris			
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus vociferus</i>	Tapacamino griton			
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo			
Passeriformes	Poliotilidae	<i>Poliotila caerulea</i>	Perlita grisilla			
Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica nigrescens</i>	Verdín gargantinegro			
Passeriformes	Emberizidae	<i>Pooecetes gramineus</i>	Gorrion cola blanca			
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor			
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chivirin saltarroca			
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita			
Passeriformes	Emberizidae	<i>Spizella breweri</i>	Chimbita Brewer			
Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>	Verdín amarillo			
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo			
Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica townsendi</i>	Verrdin negriamarillo			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano palido			
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo olivaceo			
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala Blanca			X
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota			X
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Zapatero mixto			
Passeriformes	Emberizidae	<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador pardo			

NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr=Sujeta a protección especial; A = Amenazada; P = En peligro de extinción

Tabla IV.20. Listado de aves potenciales en el SAR

MAMIFEROS

Los mamíferos potenciales en el área del SAR son: coyote, gato montés, zorrillos, ardillas, varias especies de ratones bolsudos, rata canguro, rata magueyera, ratón insectívoro, diversas especies de ratones de patas blancas, rata del algodón y murciélagos orejas de mula (Hall, 1981; Proa, 1982; De la Riva, 1989).



Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endémica
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus mexicanus</i>	Ardilla terrestre Ardilla antilope de Sonora		
Rodentia	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle		
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote		
Rodentia	Heteromyidae	<i>Chaetodipus hispidus</i>	Ratón bolsudo hispido		
Rodentia	Heteromyidae	<i>Chaetodipus eremicus</i>	Ratón bolsudo peni		
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata canguro de Sonora		
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata canguro de Merriam		
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla nayarita		
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de orejas negras		
Carnivora	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montés o lince		
Rodentia	Cricetidae	<i>Neotoma albigula</i>	Rata magueyera		
Rodentia	Muridae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata magueyera mexicana	Pr	X
Soricomopha	Soricidae	<i>Notiosorex crawfordi</i>	Musaraña	A	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca		
Carnivora	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado		
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecari de collar		
Rodentia	Heteromyidae	<i>Perognathus flavus</i>	Ratón		
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	León de montaña o puma		
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo		
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache		
Rodentia	Sciuridae	<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>	Ardillon cola redonda		

NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr=Sujeta a protección especial; A = Amenazada; P = En peligro de extinción

Tabla IV.21. Listado de mamíferos potenciales en el SAR

REPTILES

De acuerdo con la bibliografía, en la región donde se ubica el área del proyecto se han identificado al menos 60 especies de reptiles: 20 lagartijas, 37 serpientes y tres tortugas. Esta riqueza está distribuida en doce familias: Anguidae (tres especies), Gekkonidae (dos especies), Phrynosomatidae (12 especies), Polychrotidae (una especie), Scincidae (una especie), Teiidae (una especie), Colubridae (29 especies), Elapidae (una especie), Typhlopidae (una), Viperidae (seis), Emydidae (una) y Kinosternidae (dos). A continuación, se enlistan las especies que reciben protección del Gobierno Federal.



Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endémica
Squamata	Anguidae	<i>Barisia ciliaris</i>	Lagartija Falso Escorpión	Pr	X
Squamata	Anguidae	<i>Elgaria kingii</i>	Lagarto Escorpión de Arizona	Pr	
Squamata	Anguidae	<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	Lagartija Caimán Sureña	Pr	
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Lagartija Besucona		
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus turcicus</i>	Geco Casero del Mediterráneo		
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata ssp. Approximans</i>	Perrilla de Arena		
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma modestum</i>	Tapayatxin		
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de Montaña	A	X
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija Espinosa del Noroeste		
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija Espinosa del Mezquite	Pr	
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija Espinosa del Pacífico		X
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus jarrovi</i>	Lagartija Espinosa de la Sierra Madre Occidental		
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus minor</i>	Lagartija Espinosa Menor		X
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija Espinosa de Pastizal		
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana		X
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija Espinosa de Collar		X
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de Árbol del Pacífico		X
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo Pañuelo del Pacífico		X
Squamata	Scincidae	<i>Plestiodon lynxe</i>	Eslizón de Bosque de Encinos		X
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico Pinto del Noreste		
Squamata	Colubridae	<i>Arizona elegans</i>	Culebra Brillante		
Squamata	Colubridae	<i>Conopsis nasus</i>	Culebra Gris Nariz de Pala		X
Squamata	Colubridae	<i>Diadophis punctatus</i>	Culebra de Collar		
Squamata	Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra Arroyera de Cola Negra		
Squamata	Colubridae	<i>Geophis dugesii</i>	Minador		X



Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endémica
Squamata	Colubridae	<i>Heterodon kennerlyi</i>	Culebra Nariz de Cerdo Mexicana		
Squamata	Colubridae	<i>Hypsiglena torquata</i>	Culebra Nocturna del Pacífico	Pr	
Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis mexicana</i>	Falsa Coralillo Real Mexicana	A	X
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis bilineatus</i>	Culebra Chirriadora Sonorense		
Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis polyzona</i>	Falsa Coralillo Real Occidental	A	
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Chicotera	A	
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra Chirriadora Neotropical		
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis taeniatus</i>	Chirriónera Rayada		
Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra Bejuquilla Mexicana		
Squamata	Colubridae	<i>Pituophis catenifer</i>	Alicantes		
Squamata	Colubridae	<i>Pituophis deppei</i>	Culebra Sorda Mexicana	A	X
Squamata	Colubridae	<i>Rhadinaea hesperia</i>	Culebra Rayada Occidental		
Squamata	Colubridae	<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra Chata Mexicana	Pr	X
Squamata	Colubridae	<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra Ratonera		
Squamata	Colubridae	<i>Sonora mutabilis</i>	Culebrilla		X
Squamata	Colubridae	<i>Storeria storerioides</i>	Culebra Parda Mexicana		X
Squamata	Colubridae	<i>Tantilla bocourti</i>	Culebrita Cabeza Negra de Bocourt		X
Squamata	Colubridae	<i>Tantilla wilcoxi</i>	Culebra Cabeza Negra de Chihuahua		
Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra Lineada de Bosque	A	
Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de Agua Nómada Mexicana	A	X
Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis melanogaster</i>	Culebra de Agua de Panza Negra	A	X
Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis pulchrilatus</i>	Culebra Listonada de Tierras Altas Mexicana		X
Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis scaliger</i>	Culebra Listonada de Montaña Cola Corta	A	X
Squamata	Colubridae	<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa Nauyaca Mexicana		X
Squamata	Elapidae	<i>Micrurus distans</i>	Serpiente Coralillo del Occidente Mexicano	Pr	X



Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endémica
Squamata	Typhlopidae	<i>Indotyphlops braminus</i>	Serpiente Ciega		X
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus aquilus</i>	Cascabel Oscura de Querétaro	Pr	X
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus lepidus</i>	Cascabel Gris	Pr	
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel de Cola Negra	Pr	
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus polystictus</i>	Cascabel Ocelada	Pr	X
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus pricei</i>	Cascabel de Manchas Gemelas	Pr	
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Cascabel del Altiplano	Pr	
Testudines	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga Gravada	Pr	
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Tortuga Pecho Quebrado Pata Rugosa	Pr	
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga Pecho Quebrado Mexicana	Pr	X

NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr=Sujeta a protección especial; A = Amenazada; P = En peligro de extinción

Tabla IV.22. Listado de reptiles potenciales en el SAR

IV.9.2 ESPECIES REGISTRADAS BIBLIOGRÁFICAMENTE, EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endémica
Reptiles	Squamata	Anguidae	<i>Barisia ciliaris</i>	Lagartija Falso Escorpión	Pr	X
Reptiles	Squamata	Anguidae	<i>Elgaria kingii</i>	Lagarto Escorpión de Arizona	Pr	
Reptiles	Squamata	Anguidae	<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	Lagartija Caimán Sureña	Pr	
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de Montaña	A	X
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija Espinosa del Mezquite	Pr	
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Hypsiglena torquata</i>	Culebra Nocturna del Pacífico	Pr	
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis mexicana</i>	Falsa Coralillo Real Mexicana	A	
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis polyzona</i>	Falsa Coralillo Real Occidental	A	
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Chicotera	A	
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Pituophis deppei</i>	Culebra Sorda Mexicana	A	X
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra Chata Mexicana	Pr	X



Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Endémica
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra Lineada de Bosque	A	
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de Agua Nómada Mexicana	A	X
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis melanogaster</i>	Culebra de Agua de Panza Negra	A	X
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis scaliger</i>	Culebra Listonada de Montaña Cola Corta	A	X
Reptiles	Squamata	Elapidae	<i>Micrurus distans</i>	Serpiente Coralillo del Occidente Mexicano	Pr	X
Reptiles	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus aquilus</i>	Cascabel Oscura de Querétaro	Pr	X
Reptiles	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus lepidus</i>	Cascabel Gris	Pr	
Reptiles	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel de Cola Negra	Pr	
Reptiles	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus polystictus</i>	Cascabel Ocelada	Pr	X
Reptiles	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus pricei</i>	Cascabel de Manchas Gemelas	Pr	
Reptiles	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Cascabel del Altiplano	Pr	
Reptiles	Testudines	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga Gravada	Pr	
Reptiles	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Tortuga Pecho Quebrado Pata Rugosa	Pr	
Reptiles	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga Pecho Quebrado Mexicana	Pr	X
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila Real	A	
Aves		Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Pr	
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Pr	
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Pr	
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr	
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco mexicanus</i>	Halcon palido	A	
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Pr	
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata magueyera mexicana	Pr	X
Mamíferos	Soricomopha	Soricidae	<i>Notiosorex crawfordi</i>	Musaraña	A	
Mamíferos	Carnivora	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tejón	A	
Mamíferos	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys phillipsii</i>	Rata Canguro del Centro	Pr	X
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago Magueyero Mayor	A	

NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr=Sujeta a protección especial; A = Amenazada; P = En peligro de extinción

Tabla IV.23. Especies registradas bibliográficamente bajo categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.



IV.9.3 MÉTODO DE MUESTREO USADO POR CLASE

Aves

Para el monitoreo de las aves, se aplicó un muestreo sistemático llamado "Técnica de puntos de conteo" tal y como se observa en la siguiente figura, el cual es uno de los más utilizados para obtener la composición de especies de una comunidad, y sirve además para monitorear en tiempo las variaciones de su abundancia en un ecosistema. Dicha técnica se desarrolla mejor en comunidades de matorral o en ecosistemas con existencia de especies

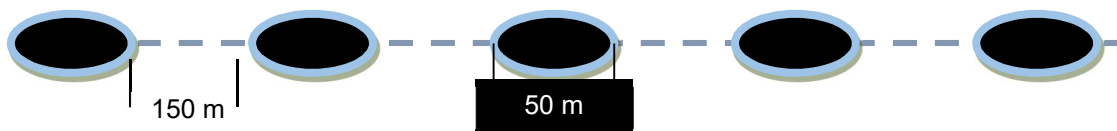


Figura IV.48. Diagrama ilustrativo del método de puntos de conteo.

El monitoreo se inicia avanzando 100 m en la vegetación, tratando de ubicar estaciones de observación en cada transecto, con un diámetro de 50 m cada una y a una distancia de 150 m entre ellas. Una vez definido el punto de conteo, se procede a registrar aquellas especies observadas y/o identificadas por su canto durante cinco a 10 minutos de observación en cada estación de conteo (el observador permanece en un punto fijo y toma nota de todas las aves vistas y oídas). La técnica se aplica durante las horas crepusculares y antes del mediodía, con la finalidad de cubrir una mayor cantidad de especies con diferentes hábitos. De la misma manera, en la distribución de los transectos, se considera su localización dentro de la vegetación, en espacios abiertos y en las orillas de la comunidad, para aprovechar el efecto borde y obtener así una mayor cobertura.

El observador debe acceder al punto de conteo causando el mínimo de perturbación a las aves y debe comenzar a contar tan pronto como llegue al punto. Los conteos por puntos son el principal método de monitoreo de aves terrestres en un gran número de países, debido a su eficacia en todo tipo de terrenos y hábitats, y a la utilidad de los datos obtenidos. La anterior metodología fue tomada del "Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres".

Mamíferos.

La presencia de este grupo fue determinada mediante observaciones directas e indirectas (identificación de huellas y excretas), con la finalidad de evitar implementar técnicas de captura. Para lo anterior, se llevan a cabo recorridos en las horas del crepúsculo y antes del mediodía, motivo por lo cual, se utilizaron los transectos de aves para llevar a cabo también el monitoreo de mamíferos.

Sobre lo anterior, es importante señalar que el uso de transectos ha tomado una gran importancia en estudios de fauna silvestre, pudiendo ser implementados en desplazamientos para documentar biodiversidad de un área o para cuantificación de especies silvestres (Carrillo et al. 2000). Muchos estudios han hecho uso de esta técnica con resultados satisfactorios, no sólo en la búsqueda de rastros indirectos de fauna, sino además en los recorridos de avistamiento directo de los mismos, lográndose ambos tipos de registros. La anterior metodología fue tomada de diversos documentos, como por ejemplo el denominado "Evaluación de técnicas de campo para el monitoreo de fauna



cinagética en la cuenca del río Valle, Chocó" y "Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales".

Reptiles

La búsqueda no restringida es el método más simple y frecuentemente utilizado para determinar la composición de estos grupos, el cual consiste en efectuar caminatas diurnas y/o en horarios crepusculares en busca de ejemplares de interés, pero sin que existan mayores reglas para la búsqueda (excepto buscar en todos los lugares posibles), pudiendo aportar información de manera relativamente rápida acerca de la riqueza de especies y su abundancia relativa en el área muestreada. De esta manera, durante el establecimiento de las parcelas de muestreo para medir los atributos de la vegetación, así como durante los recorridos efectuados para establecer los monitoreos de aves y mamíferos, se registraron aquellas áreas que pudieran representar un hábitat potencial de refugio para los anfibios y reptiles, documentándose estos grupos por observación directa o indirecta (principalmente huellas), para evitar implementar técnicas de captura.

IV.9.4 RESULTADOS DE MUESTREO DE LA FAUNA EN EL SAR

Se establecieron 5 transectos lineales para el monitoreo de fauna silvestre en el SAR, con el fin de obtener datos acerca de la biodiversidad de la fauna silvestre presente. Dichos transectos fueron distribuidos al azar en la superficie del terreno y dirigidos todos hacia el mismo punto cardinal con una longitud aproximada a los 600 metros.

Las coordenadas fueron tomadas utilizando el Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS84 (ver siguiente tabla).

TRANSECTO	INICIAL		FINAL	
	X	Y	X	Y
1	240575	2430838	240715	2430245
2	241090	2425822	241727	2425575
3	244894	2422754	244140	2422663
4	238415	2420006	239058	2420046
5	240174	2417946	239807	2417577

Tabla IV.23.a. Coordenadas UTM (Datum WGS84) de los transectos de muestreo establecidos para inferir la composición de especies de fauna en el SAR

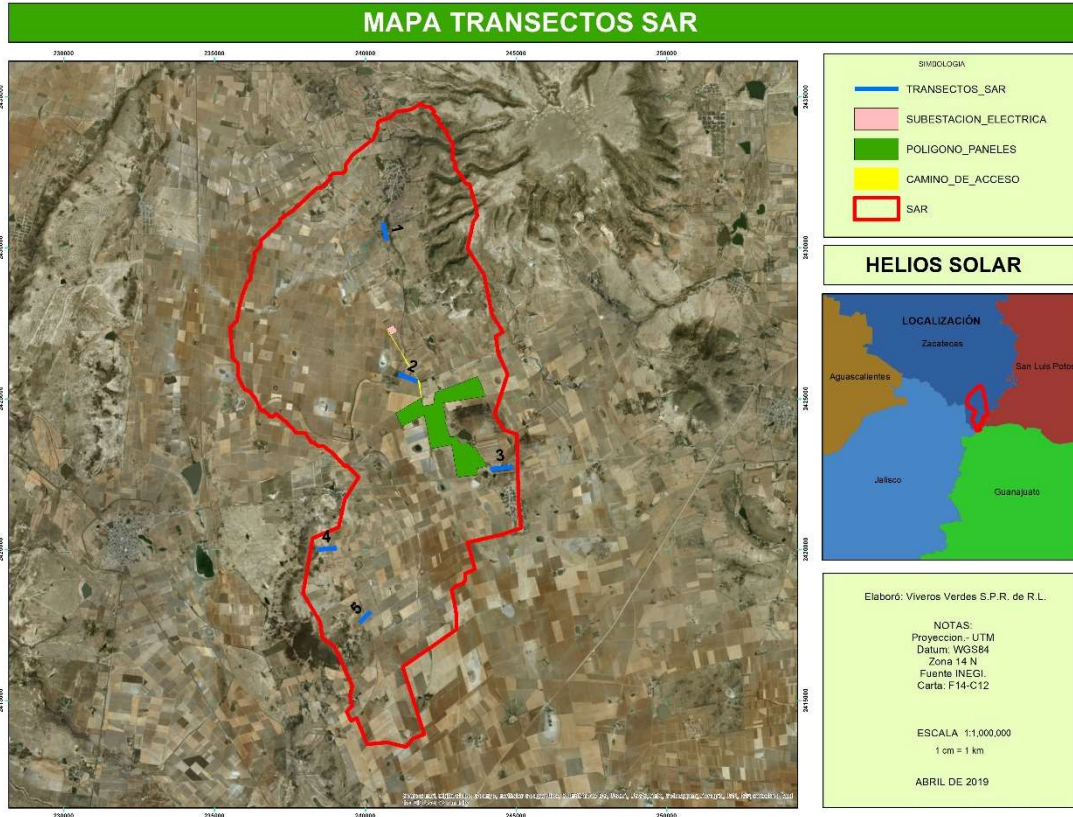


Figura IV.40. Ubicación de los transectos de muestreo en el SAR.

Dentro del SAR en total se registraron 30 especies, contenidas en 3 clases (aves, mamíferos reptiles). La clase de las aves es la que representó una mayor riqueza específica, con 20 de las 30 especies registradas lo cual representa un 67%, la clase Mammalia representa el 20% con 6 especies; y finalmente la clase Reptilia presenta 4 especies lo que representa el 13% del total de las especies registradas (ver siguiente figura).

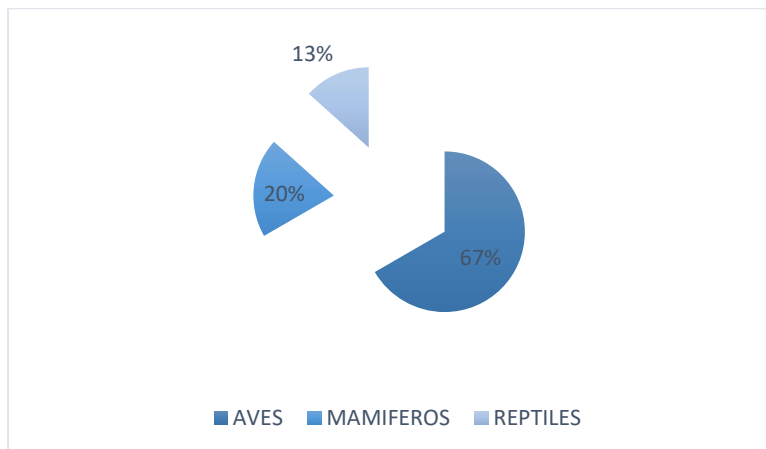


Figura IV.41. Porcentaje por clase de los registros de fauna en el SAR.



AVES	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero
2	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí matraquita
3	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca grande
4	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín o llanero
5	<i>Caracara cheriway</i>	Carara
6	<i>Pipilofuscus</i>	Rascador pardo
7	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común
8	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común
9	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho
10	<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero
11	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano
12	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón Verdugo
13	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño
14	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera
15	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo
16	<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita
17	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo
18	<i>Dendroica townsendi</i>	Verdin negriamarillo
19	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala Blanca
20	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota
MAMIFEROS	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Canis latrans</i>	Coyote
2	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de orejas negras
3	<i>Lynx rufus</i>	Lince
4	<i>Mus musculus</i>	Ratón
5	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón
6	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejito serrano
REPTILES	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de Árbol del Pacífico
2	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico Pinto del Noreste
3	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana
4	<i>Storeria storerioides</i>	Culebra Parda Mexicana

Tabla V.24. Especies de vertebrados registrados en el SAR.

En cuanto a la abundancia por clase, se puede observar que la clase Aves es la que presenta una mayor abundancia con 95 registros, seguido de la clase Mammalia con 27 registros, y finalmente la clase Reptilia con 24, lo cual representa un total de 146 registros de vertebrados. En la siguiente figura se muestran las especies y los registros para cada una de las clases.



Figura IV.42. *Corvus corax* perchando sobre un *Schinus molle* en el SAR



Figura IV.43. Madrigueras y excretas de *Sylvilagus audubonii* en el SAR

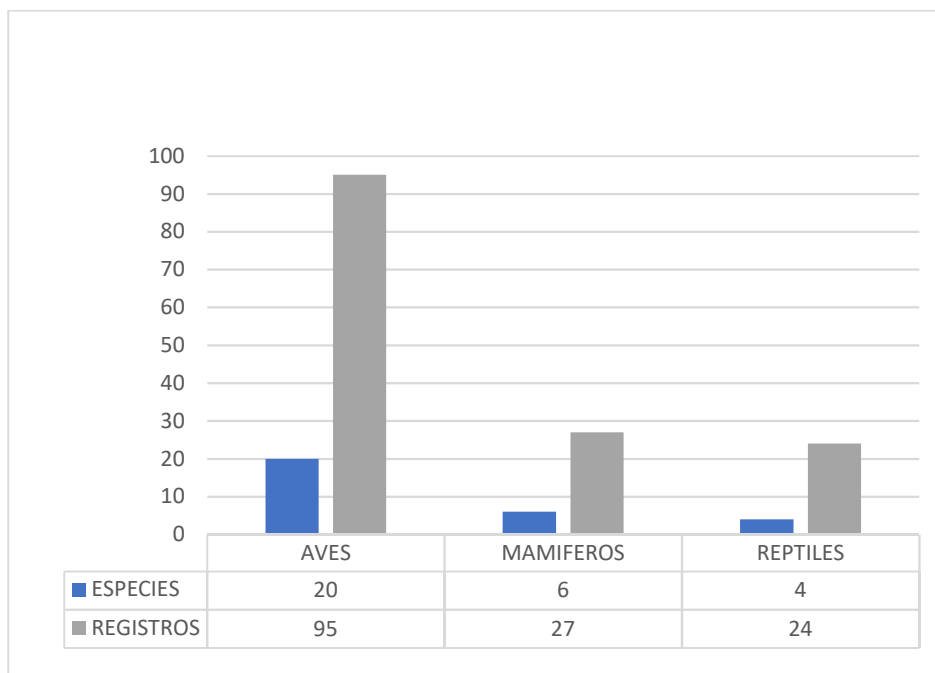


Figura IV.45. Número de especies y registros por clase de vertebrados, registrados dentro del SAR.

IV.9.5 ABUNDANCIA RELATIVA

Aves

El grupo de las aves estuvo representado por un total de 95 avistamientos de 20 especies (ver siguiente tabla).

Nombre científico	Nombre común	T1	T2	T3	T4	T5	Total de Ind.
<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero	1	0	0	0	2	3
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí matraquita	0	1	1	0	1	3
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca grande	0	2	1	0	4	7
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín o llanero	1	0	3	1	0	5
<i>Caracara cheriway</i>	Carara	0	0	0	1	2	3
<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador pardo	2	0	1	2	3	8
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	1	0	2	0	2	5
<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	0	1	1	1	0	3
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	0	0	0	0	2	2
<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero	0	0	0	0	3	3
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	0	0	1	1	0	2
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón Verdugo	2	0	5	0	0	7
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	3	0	1	0	5	9
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	0	4	5	0	0	9
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	0	0	0	0	2	2
<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita	0	0	3	0	0	3



Nombre científico	Nombre común	T1	T2	T3	T4	T5	Total de Ind.
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	0	0	3	0	1	4
<i>Dendroica townsendi</i>	Verdin negriamarillo	3	0	1	2	0	6
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala Blanca	0	2	0	3	0	5
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	2	0	0	4	0	6
Total		18	10	27	15	25	95

Tabla IV.25. Aves identificados en los transectos realizados en la superficie del SAR.

Mamíferos

Los mamíferos estuvieron representados por 27 registros de 7 especies (ver siguiente tabla).

Nombre científico	Nombre común	T1	T2	T3	T4	T5	Abundancia
<i>Canis latrans</i>	Coyote	0	0	2	0	4	6
<i>Lepus californicus</i>	Liebre de orejas negras	2	2	1	1	1	7
<i>Lynx rufus</i>	Lince	0	0	2	0	3	5
<i>Mus musculus</i>	Ratón	1	3	0	0	0	4
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón	1	0	1	0	0	2
<i>Sylvilagus audibonii</i>	Conejito serrano	1	0	1	0	0	2
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	0	0	0	0	1	1
Total		5	5	7	1	9	27

Tabla V. 26. Mamíferos identificados en los transectos realizados en la superficie del SAR.

Reptiles

En cuanto a la abundancia de las especies registradas para esta clase, se hace mención que fueron obtenidos un total de 26 avistamientos para 4 especies, donde la especie mejor representada fue por *Urosaurus bicarinatus* con 12 registros (ver siguiente tabla).

Nombre científico	Nombre común	T1	T2	T3	T4	T5	Abundancia
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de Árbol del Pacífico	3	0	4	3	2	12
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico Pinto del Noreste	2	0	2	0	4	8
<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana	0	2	0	0	0	2
<i>Storeria storerioides</i>	Culebra Parda Mexicana	0	0	4	0	0	4
Total		5	2	10	3	6	26

Tabla V. 27. Mamíferos identificados en los transectos realizados en la superficie del SAR.

IV.9.6 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

En las siguientes tablas se presenta el nombre científico, nombre común, número de individuos, densidad relativa, y los índices de diversidad, incluyendo índice de Shannon, Equidad y Diversidad Máxima para cada una de las clases.



Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa (%)	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero	3	1.63	0.03	-3.46	-0.11	0.11	0.04
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí matraquita	3	1.63	0.03	-3.46	-0.11	0.11	0.04
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca grande	7	8.86	0.07	-2.61	-0.19	0.19	0.06
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín o llanero	5	4.52	0.05	-2.94	-0.15	0.15	0.05
<i>Caracara cheriway</i>	Carara	3	1.63	0.03	-3.46	-0.11	0.11	0.04
<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador pardo	8	11.57	0.08	-2.47	-0.21	0.21	0.07
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	5	4.52	0.05	-2.94	-0.15	0.15	0.05
<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	3	1.63	0.03	-3.46	-0.11	0.11	0.04
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	2	0.72	0.02	-3.86	-0.08	0.08	0.03
<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero	3	1.63	0.03	-3.46	-0.11	0.11	0.04
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	2	0.72	0.02	-3.86	-0.08	0.08	0.03
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón Verdugo	7	8.86	0.07	-2.61	-0.19	0.19	0.06
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	9	14.65	0.09	-2.36	-0.22	0.22	0.07
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	9	14.65	0.09	-2.36	-0.22	0.22	0.07
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	2	0.72	0.02	-3.86	-0.08	0.08	0.03
<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita	3	1.63	0.03	-3.46	-0.11	0.11	0.04
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	4	2.89	0.04	-3.17	-0.13	0.13	0.04
<i>Dendroica townsendi</i>	Verdin negriamarillo	6	6.51	0.06	-2.76	-0.17	0.17	0.06
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala Blanca	5	4.52	0.05	-2.94	-0.15	0.15	0.05
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	6	6.51	0.06	-2.76	-0.17	0.17	0.06
	Total	95					2.88	0.96
	Riqueza	20				2.996	INDICE DE DIVERSIDAD MAXIMO	

Tabla IV.28. Aves identificadas en la superficie del SAR, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (20 especies).



Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Densidad relativa (%)	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
<i>Canis latrans</i>	Coyote	6	22.2222222	0.22	-1.50	-0.33	0.33	0.17
<i>Lepus californicus</i>	Liebre de orejas negras	7	25.9259259	0.26	-1.35	-0.35	0.35	0.18
<i>Lynx rufus</i>	Lince	5	18.5185185	0.19	-1.69	-0.31	0.31	0.16
<i>Mus musculus</i>	Ratón	4	14.8148148	0.15	-1.91	-0.28	0.28	0.15
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón	2	7.40740741	0.07	-2.60	-0.19	0.19	0.10
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejito serrano	2	7.40740741	0.07	-2.60	-0.19	0.19	0.10
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	3.7037037	0.04	-3.30	-0.12	0.12	0.06
Total		27	100				1.79	0.92
Riqueza		7				1.95	INDICE DE DIVERSIDAD MAXIMO	

Tabla IV.29. Mamíferos identificados en la superficie del SAR, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (seis especies).

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Densidad relativa (%)	Pi	LN	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de Árbol del Pacífico	12	46.1538462	0.46	-0.77	-0.36	0.36	0.26
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico Pinto del Noreste	8	31	0.31	-1.18	-0.36	0.36	0.26
<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana	2	8	0.08	-2.56	-0.20	0.20	0.14
<i>Storeria storerioides</i>	Culebra Parda Mexicana	4	15	0.15	-1.87	-0.29	0.29	0.21
Total		26	100	1.00			1.20	0.87
Riqueza		4				1.39	INDICE DE DIVERSIDAD MAXIMO	

Tabla IV.30. Reptiles identificados en la superficie del SAR, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (cuatro especies).



En la siguiente grafica se presentan de manera conjunta los resultados para las diferentes clases.

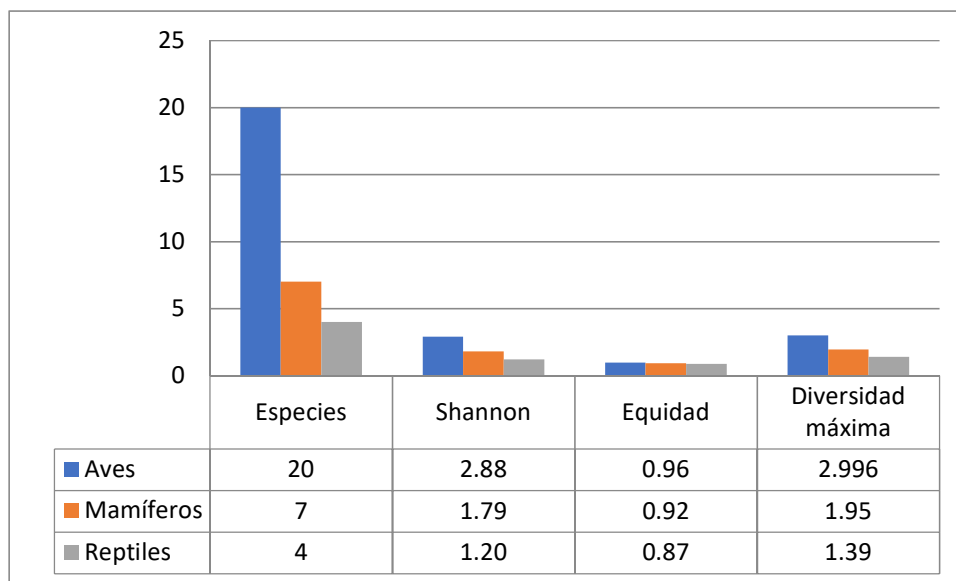


Figura IV.46. Concentrado de resultados de los muestreos realizados para el SAR.

IV.9.7 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE CAMPO EN EL SAR

La interpretación del índice de Shannon-Wiener es intuitiva, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice.

De acuerdo a los resultados obtenidos para los diferentes grupo de fauna silvestre del SAR, el grupo de las aves cuenta con el mayor número de individuos registrados por grupo faunístico (95 individuos con una riqueza específica de 20 especies), seguido de los mamíferos (27 individuos con una riqueza específica de 7 especies) y por último los reptiles (26 individuos con una riqueza específica de 4 especies), los cuales cuentan con una diversidad media ($H' = 2.88$), ($H' = 1.79$) y baja ($H' = 1.20$), respectivamente.

De esta manera, con los resultados obtenidos, se observa que el grupo de las aves y mamíferos presentan una diversidad media y los reptiles cuentan con una diversidad baja.

IV.9.8 MEMORIA DE CÁLCULO

Se presenta de manera anexa el archivo de Excel correspondiente a la memoria de cálculo que incluye los resultados obtenidos para los valores presentados como índices de diversidad por grupo de fauna analizado en el SAR, incluyendo así mismo los valores de abundancia relativa en términos de densidad (Archivo digital).

IV.9.9 RESULTADOS DE MUESTREO DE FAUNA EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Para el caso del área del proyecto se establecieron 2 transectos lineales para el monitoreo de fauna silvestre, con el fin de obtener datos acerca de la biodiversidad de la fauna silvestre presente. Dichos



transectos fueron distribuidos en el terreno y dirigidos todos hacia el mismo punto cardinal con una longitud aproximada a los 600 metros.

Cabe mencionar y como se refirió antes, que actualmente los componentes ambientales se encuentran previamente modificados por actividades antrópicas (agrícolas e infraestructura urbana), en este sentido el esfuerzo de muestreo se enfocó en el área donde se instalaran los paneles fotovoltaicos. Las coordenadas de los transectos se muestran a continuación, utilizando el Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS84.

TRANSECTO	INICIAL		FINAL	
	X	Y	X	Y
1	243103	2422554	243662	2423137
2	242662	2423689	242376	2424275

Tabla IV. 31. Coordenadas UTM (Datum WGS84) de los transectos de muestreo establecidos para inferir la composición de especies de fauna en el área del proyecto.

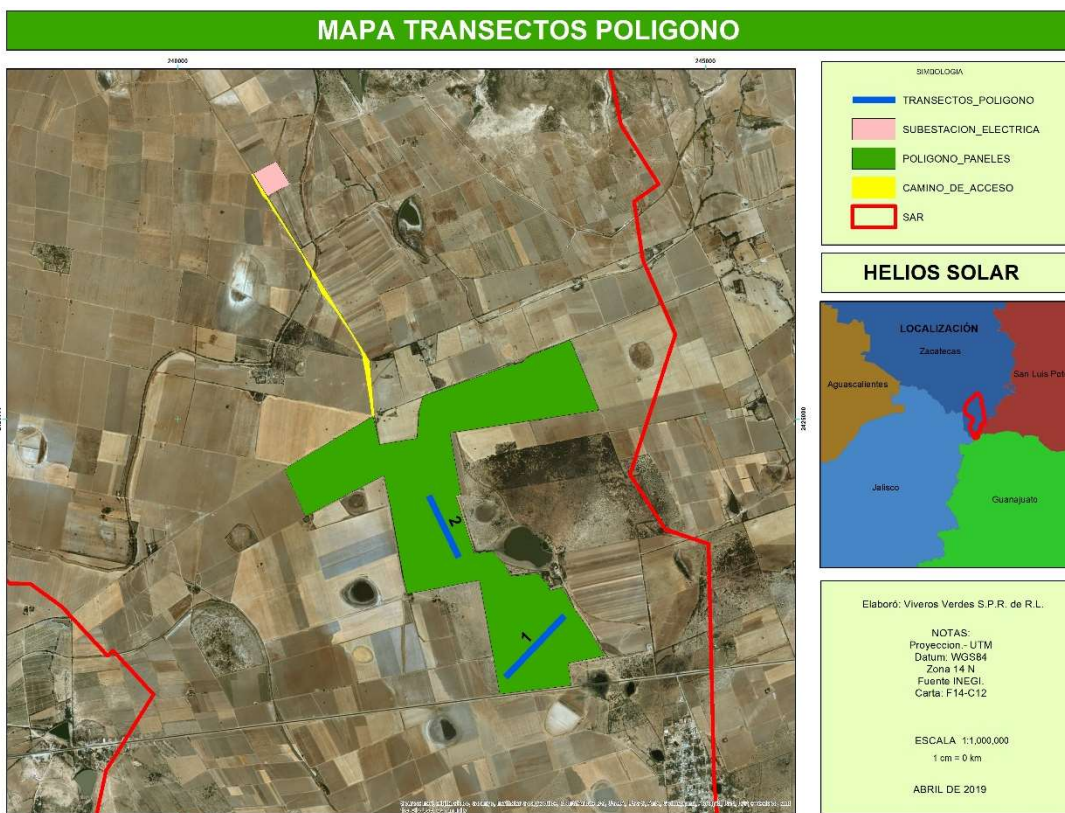


Figura IV.47. Ubicación de los transectos de muestreo en el área del proyecto.

Dentro del área del proyecto, se registraron un total de 22 especies, contenidas en 3 clases (aves, mamíferos y reptiles). La clase de las aves es la que representó una mayor riqueza específica, con 16 de las 22 especies registradas lo cual representa un 73%, la clase Mammalia representa el 18% con 4 especies; y finalmente la clase Reptilia presenta dos especies lo que representa el 9% del total de los registros (ver siguiente figura).

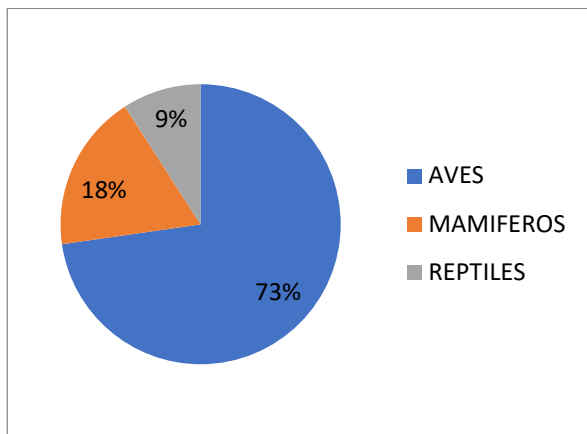


Figura IV.48. Porcentaje por clase de los registros de fauna en el área del proyecto.

Dentro del área del proyecto, no se registró la presencia de especies en alguna categoría de riesgo según la NOM-059 SEMARNAT 2010. En la siguiente tabla se muestra el listado de las especies registradas en el área del proyecto.

AVES	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí matraquita
2	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca grande
3	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín o llanero
4	<i>Pipilofuscus</i>	Rascador pardo
5	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común
6	<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho
7	<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero
8	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano
9	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón Verdugo
10	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño
11	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera
12	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo
13	<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita
14	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo
15	<i>Dendroica townsendi</i>	Verdin negriamarillo
16	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota
MAMIFEROS	Nombre científico	Nombre común
3	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejito serrano
4	<i>Mus musculus</i>	Ratón
5	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón
7	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de orejas negras
REPTILES	Nombre científico	Nombre común



1	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de Árbol del Pacífico
2	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana

Tabla IV.32. Especies de vertebrados registrados en el área del proyecto.

En cuanto a la abundancia por clase en el área del proyecto, al igual que en el SAR se puede observar que la clase Aves es la que presenta una mayor cantidad de registros con 70, seguido de la clase Mammalia con 24 registros, y finalmente la clase Reptilia con 13, lo cual representa un total de 107 registros de vertebrados en el área del proyecto. En la siguiente figura se muestran las especies y los registros para cada una de las clases.

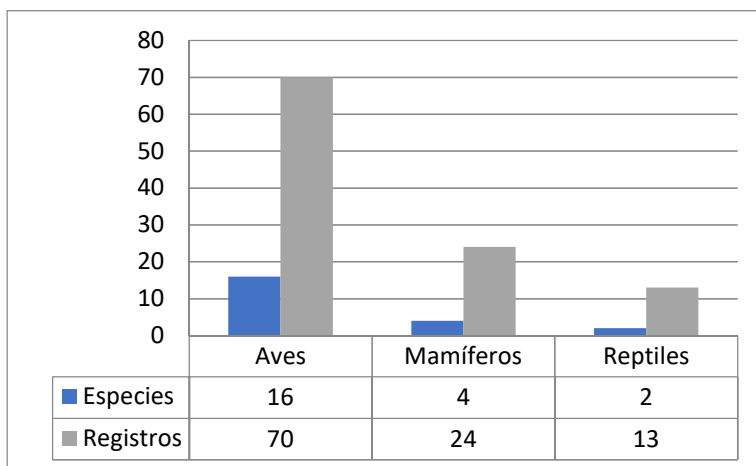


Figura IV.49. Número de especies y registros por clase de vertebrados, registrados dentro del área del proyecto.

IV.9.10 ABUNDANCIA RELATIVA

Aves

El grupo de las aves estuvo representado por un total de 70 avistamientos correspondientes a 16 especies. La especie más abundante fue *Zenaida macroura* con un total de 11 registros respectivamente (ver siguiente tabla).

Nombre científico	Nombre común	T1	T2	Abundancia
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí matraquita	3	1	4
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca grande	0	5	5
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín o llanero	2	2	4
<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador pardo	3	3	6
<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	2	4	6
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	5	3	8
<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero	4	1	5
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	2	1	3
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón Verdugo	1	1	2
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	0	2	2
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	0	3	3
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	3	0	3



Nombre científico	Nombre común	T1	T2	Abundancia
<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita	3	1	4
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	1	0	1
<i>Dendroica townsendi</i>	Verdin negriamarillo	0	3	3
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	7	4	11
Total		36	34	70

Tabla IV.33. Aves identificadas en los transectos realizados en la superficie del proyecto.

Mamíferos

Los mamíferos estuvieron representados por 24 registros en 4 especies, donde la especie mejor representada fue *Sylvilagus audibonii* con 11 registros.

Nombre científico	Nombre común	T1	T2	Abundancia
<i>Sylvilagus audibonii</i>	Conejito serrano	4	7	11
<i>Mus musculus</i>	Ratón	5	5	10
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón	0	1	1
<i>Lepus californicus</i>	Liebre de orejas negras	1	1	2
Total		10	14	24

Tabla IV.34. Mamíferos identificados en los transectos realizados en la superficie del proyecto.

Reptiles

En cuanto a la abundancia de las especies registradas para esta clase, se hace mención que fueron obtenidos un total de 13 avistamientos, donde la especie mejor representada fue *Urosaurus bicarinatus* con 7 registros.

Nombre científico	Nombre común	T1	T2	Abundancia
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de Árbol del Pacífico	4	3	7
<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana	4	2	6
Total		8	5	13

Tabla IV.35. Reptiles identificados en los transectos realizados en la superficie del proyecto.

IV.9.11 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

En las siguientes tablas se presenta el nombre científico, nombre común, número de individuos, densidad relativa, y los índices de diversidad, incluyendo índice de Shannon, Equidad y Diversidad Máxima para cada una de las clases.

Aves

Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí matraquita	5.71	-0.16	0.16	0.06
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca grande	7.14	-0.19	0.19	0.07
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín o llanero	5.71	-0.16	0.16	0.06
<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador pardo	8.57	-0.21	0.21	0.08
<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	8.57	-0.21	0.21	0.08
<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	11.43	-0.25	0.25	0.09
<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero	7.14	-0.19	0.19	0.07
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	4.29	-0.13	0.13	0.05
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón Verdugo	2.86	-0.10	0.10	0.04
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	2.86	-0.10	0.10	0.04



Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	4.29	-0.13	0.13	0.05
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	4.29	-0.13	0.13	0.05
<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita	5.71	-0.16	0.16	0.06
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	1.43	-0.06	0.06	0.02
<i>Dendroica townsendi</i>	Verdin negriamarillo	4.29	-0.13	0.13	0.05
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huijota	15.71	-0.29	0.29	0.10
				2.63	0.95
			2.77	Índice de diversidad máximo	

Tabla IV.36. Aves identificadas en el área del proyecto (16 especies).

Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejito serrano	45.83	-0.36	0.36	0.26
<i>Mus musculus</i>	Ratón	41.67	-0.36	0.36	0.26
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón	4.17	-0.13	0.13	0.10
<i>Lepus californicus</i>	Liebre de orejas negras	8.33	-0.21	0.21	0.15
				1.06	0.77
			1.39	Índice de diversidad máximo	

Tabla IV.37. Mamíferos identificados en el área del proyecto (cuatro especies).

Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa (%)	Pi (ln(Pi))	Índice de Shannon	Índice de Equidad
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de Árbol del Pacífico	53.85	-0.33	0.33	0.48
<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana	46.15	-0.36	0.36	0.51
		100.00	-0.69	0.69	0.996
			0.69	Índice de diversidad máximo	

Tabla IV. 38. Reptiles identificados en el área del proyecto (dos especie).

En la siguiente grafica se presentan de manera conjunta los resultados para las diferentes clases.

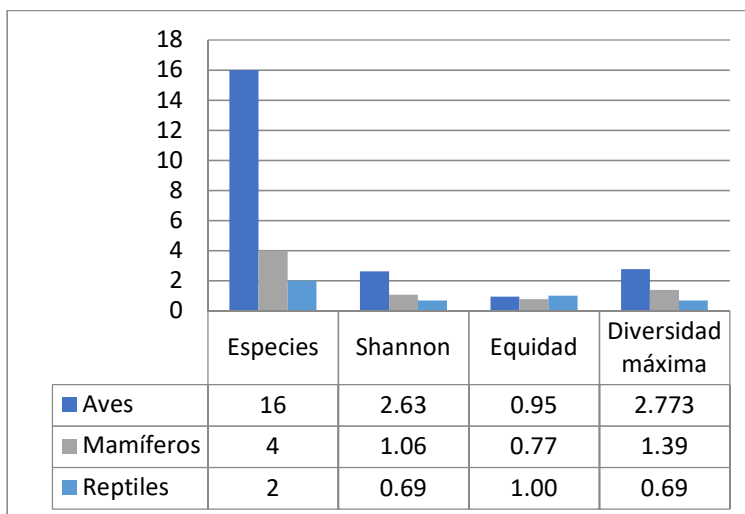


Figura IV.50. Concentrado de resultados de los muestreos realizados para el área del proyecto.

De acuerdo a los resultados obtenidos para los diferentes grupo de fauna silvestre de la superficie del proyecto, el grupo de las aves cuenta con el mayor número de individuos registrados por grupo faunístico (70 individuos con una riqueza específica de 16 especies), seguido de los mamíferos (15 individuos con una riqueza específica de 4 especies) y por último los reptiles (13 individuos con una riqueza específica de 2 especies), los cuales cuentan con una diversidad media ($H' = 2.77$), baja ($H' = 1.39$) y baja ($H' = 0.69$), respectivamente.

De esta manera, con los resultados obtenidos, se observa que el grupo de las aves se encuentran en una diversidad media, y el de los mamíferos y reptiles, cuentan con una diversidad baja.

IV.9.12 MEMORIA DE CÁLCULO:

Se presenta de manera anexa el archivo de Excel correspondiente a la memoria de cálculo que incluye los resultados obtenidos para los valores presentados como índices de diversidad por grupo de fauna silvestre analizado en el área del proyecto, incluyendo así mismo los valores de abundancia relativa en términos de densidad y su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (archivo digital).

IV.9.13 COMPARATIVA ENTRE EL SAR Y EL ÁREA DEL PROYECTO.

En la tabla siguiente, se presenta una comparativa de los resultados obtenidos para las dos áreas. En ella se puede observar las especies que se registraron en el SAR y en el área del proyecto.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Presencia	
			SAR	Proyecto
AVES				
<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero	No incluida	X	
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí matraquita	No incluida	X	X
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca grande	No incluida	X	X
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín o llanero	No incluida	X	X
<i>Caracara cheriway</i>	Carara	No incluida	X	
<i>Pipilofuscus</i>	Rascador pardo	No incluida	X	X



Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Presencia	
			SAR	Proyecto
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	No incluida	X	
<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	No incluida	X	X
<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	No incluida	X	X
<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero	No incluida	X	X
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	No incluida	X	X
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón Verdugo	No incluida	X	X
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	No incluida	X	X
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	No incluida	X	X
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	No incluida	X	X
<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita	No incluida	X	X
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	No incluida	X	X
<i>Dendroica townsendi</i>	Verdin negriamarillo	No incluida	X	X
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala Blanca	No incluida	X	
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	No incluida	X	X
MAMIFEROS				
<i>Canis latrans</i>	Coyote	No incluida	X	
<i>Lepus californicus</i>	Liebre de orejas negras	No incluida	X	X
<i>Lynx rufus</i>	Lince	No incluida	X	
<i>Mus musculus</i>	Ratón	No incluida	X	X
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón	No incluida	X	X
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejito serrano	No incluida	X	X
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	No incluida	X	
REPTILES				
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de Árbol del Pacífico	No incluida	X	X
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico Pinto del Noreste	No incluida	X	
<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana	No incluida	X	X
<i>Storeria storerioides</i>	Culebra Parda Mexicana	No incluida	X	

Tabla.IV.39. Especies registradas en el SAR y área del proyecto y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En lo que concierne a la comparativa de resultados en el índice de Shannon, en las tablas y figuras siguientes se observa claramente que los resultados para el SAR son superiores a los obtenidos para el área del proyecto, demostrando con ello que no se compromete la biodiversidad de la superficie del proyecto al estar representadas la totalidad de las especies registradas en la superficie de este en el SAR.

Nombre científico	Nombre común	No. de individuos	
		Proyecto	SAR
<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí matraquita	4	3
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca grande	5	7
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín o llanero	4	5



<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador pardo	6	8
<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	6	3
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	8	2
<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero	5	3
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	3	2
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón Verdugo	2	7
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	2	9
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	3	9
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	3	2
<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita	4	3
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	1	4
<i>Dendroica townsendi</i>	Verdin negriamarillo	3	6
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	11	6
Total		70	79
Índice de Shannon		2.63	2.88

Tabla IV.40. Valores del índice de Shannon registrados para Aves en el SAR y área del proyecto

Nombre científico	Nombre común	No. de individuos	
		Proyecto	SAR
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejito serrano	11	2
<i>Mus musculus</i>	Ratón	10	4
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón	1	2
<i>Lepus californicus</i>	Liebre de orejas negras	2	7
Total		24	15
Índice de Shannon		1.06	1.79

Tabla IV.41. Valores del índice de Shannon registrados para mamíferos en el SAR y área del proyecto,

Nombre científico	Nombre común	No. de individuos	
		Proyecto	SAR
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de Árbol del Pacífico	7	12
<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana	6	2
Total		13	14
Índice de Shannon		0.69	1.20

Tabla IV.42. Valores del índice de Shannon registrados para reptiles en el SAR y área del proyecto,

En la siguiente grafica se muestra los valores del índice de Shannon para las clases de aves, mamíferos y reptiles en el área del proyecto y el SAR.

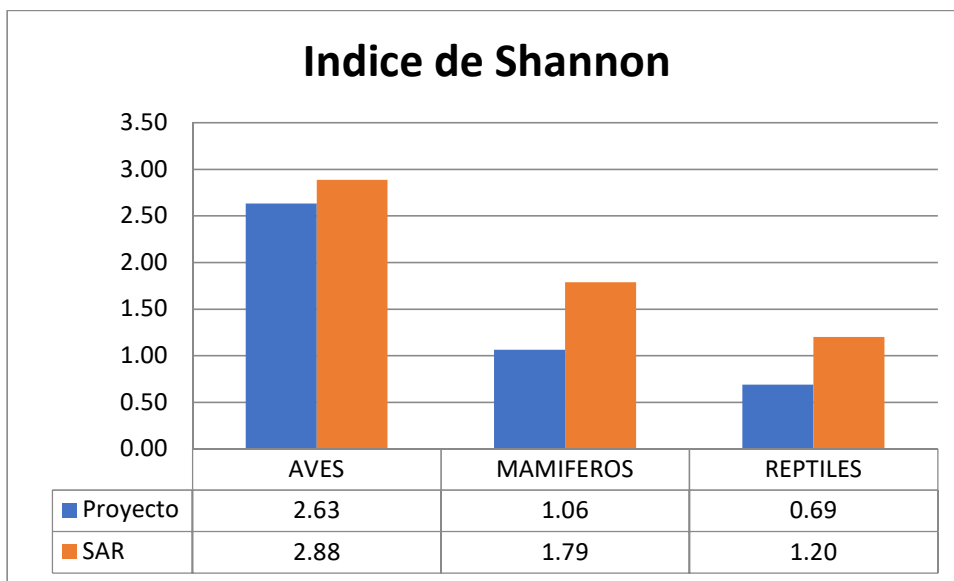


Figura IV. 51. Valores del índice de Shannon registrados para el SAR y el área del proyecto.

De esta manera, de acuerdo con lo observado tanto en las tablas como en las gráficas, el SAR, obtuvo valores superiores. Conforme a lo antes expuesto, la totalidad de la fauna silvestre registrada en el área del proyecto se encuentra representada en el SAR, así mismo se contará con diversos programas con el objetivo de proteger las poblaciones registradas tanto en la superficie del proyecto como en el SAR en cuestión, mediante el desarrollo de acciones de ahuyentamiento, y en su caso, acciones de rescate y reubicación.

IV.10 MEDIO SOCIECONÓMICO

Considerando que el SAR se localiza en la parte limítrofe estatal de Zacatecas, este incide en diferentes proporciones cuatro municipios correspondientes a cuatro Estados, la mayor parte del SAR así como el área del proyecto se localizan en el Municipio de Pinos, Zacatecas, seguido del Municipio de Villa de Arriaga perteneciente al Estado de San Luis Potosí; seguido del Municipio de Ojuelos de Jalisco, Jalisco y por ultimo y en menor proporción en el Municipio de Ocampo, Guanajuato.

La caracterización socioeconómica del proyecto se realizará a nivel municipal, considerando al Municipio de Pinos como la zona donde se localiza el área del proyecto y en consecuencia donde se detonarán las actividades económicas derivadas de la demanda de productos y servicios necesarios para el desarrollo del proyecto en especial en las etapas de preparación del sitio y construcción.

Conocer las características sociales de los habitantes que viven en el Municipio de Pinos permite tener un panorama de las potencialidades y limitaciones que tiene el Municipio para su desarrollo. Con base en el Censo de Población y Vivienda 2010, se presenta a continuación los aspectos estadísticos más representativos en cuestión demográfica, los cuales contribuyen a la comprensión comparativa de la dinámica poblacional entre el municipio y el estado de Zacatecas

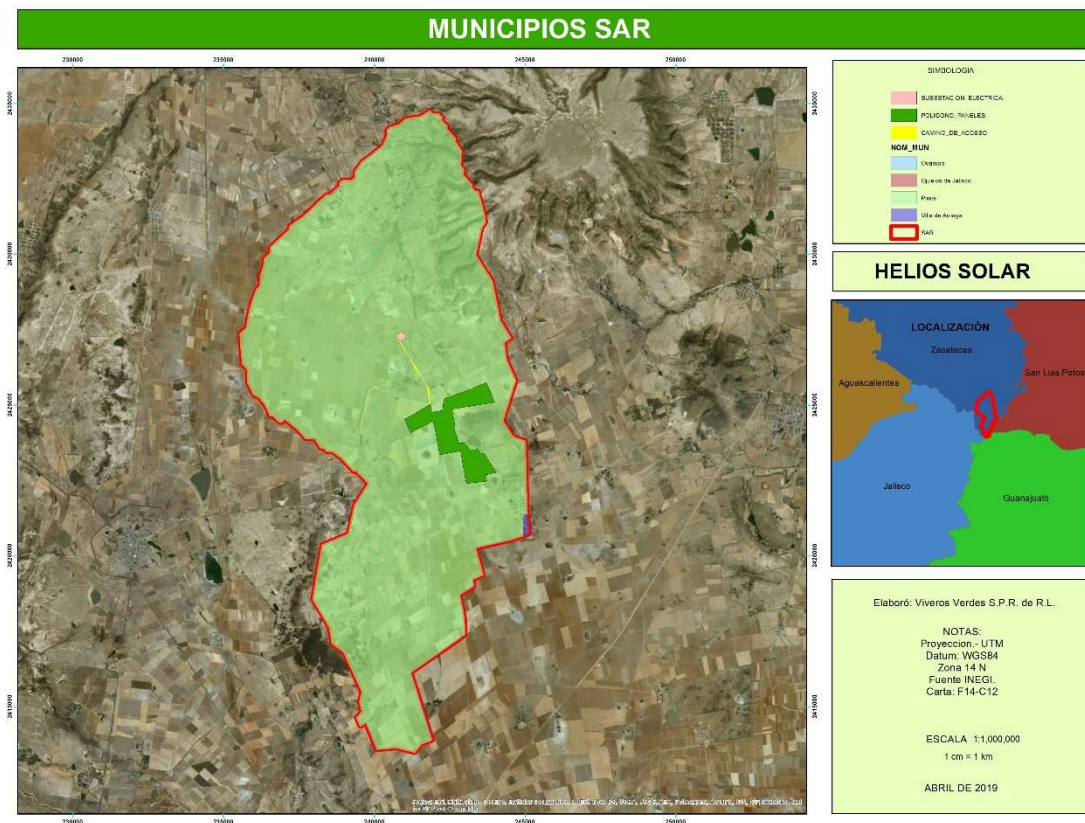


Figura IV.52. Municipios dentro del SAR

IV.10.1 LOCALIDADES

De manera general y de acuerdo con el Catálogo de localidades (2010) del INEGI, en el SAR se identificaron un total de 10 localidades, de las cuales las principales localidades son Santa Elena y Agua Gorda de los Patos pertenecientes al Municipio de Pinos, Zacatecas y Agua Gorda de los Patos, perteneciente al Municipio de Villa de Arriaga, San Luis Potosí.



Figura. IV.53. Localidades dentro del SAR

DEMOGRAFIA

En 2010 el Municipio de Pinos contaba con una población de 69, 844 habitantes, de los cuales el 48.64% (33,973) son hombres y 51.36% (38,571) mujeres. Y el promedio de la edad era de 23 años. Para el año 2015, el municipio tenía una población de 73, 151 habitantes, en donde la proporción de hombres y mujeres se mantiene constante después de 5 años.

Municipio de Pinos	2005			2010		
Datos demográficos	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Población total	32,372	33,802	66,174	33,973	35,871	69,844
Viviendas particulares habitadas	14,443			16,704		
Población hablante de lengua indígena de 5 años y más	46	20	66	46	-	46

Tabla IV. 43. Rasgos sociodemográficos del Municipio Pinos, Zacatecas 2005-2010



Figura IV.54. Rasgos sociodemográficos del Municipio Pinos, Zacatecas 2015

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

La Población Económicamente Activa (PEA) está formada por aquellas personas de 12 y más (fuerza laboral), que en algún periodo tuvieron vínculo con la actividad económica o están buscando trabajo activamente.

En 2015, la población que se encontraba ocupada representaba el 30.1% de la población total, es decir 22,018 personas, mientras que 51.132 personas estaban desocupadas.

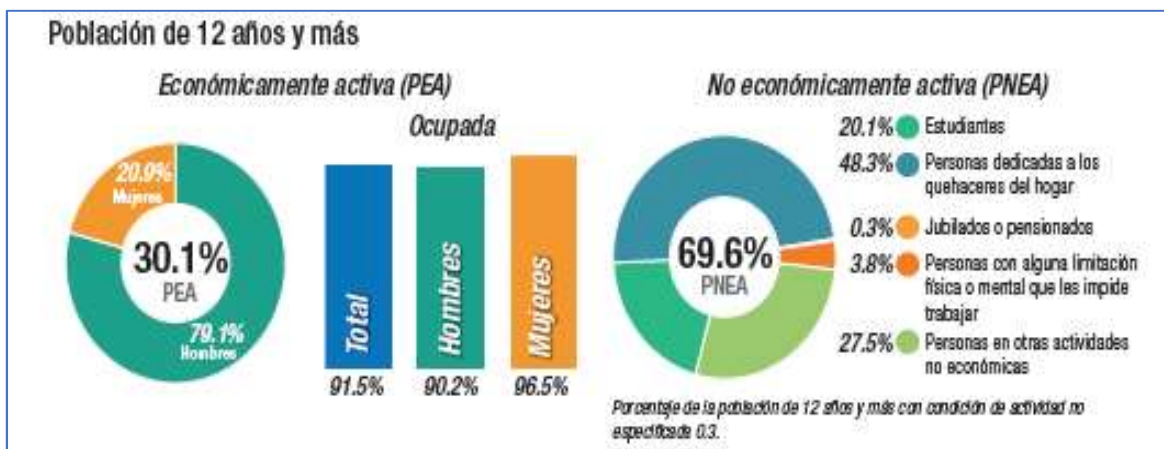


Figura IV.55. PEA del Municipio Pinos, Zacatecas 2015

Las actividades económicas que se desarrollan en el Municipio, conforme a diferentes sectores productivos son: trabajadores agropecuarios 60.6%, artesanos y obreros 14.5%, ayudantes y similares 6.2%, comerciantes y dependientes 2.9%, trabajadores de la educación 2.7%, operadores de maquinaria fija 1.8%, trabajadores en servicios públicos 1.4%, oficinistas 1.3%, operadores de transporte 1.2%, trabajadores domésticos 1.2%, funcionarios directivos 0.4%, profesionales 0.3%, trabajadores del arte 0.2%, inspectores y supervisores 0.1%, no especifico 4%.



ESCOLARIDAD

Del total de habitantes del Pinos, 53,839 cuentan con solo el nivel básico educativo (73.6%). Solo el 9.8% de la población total cuenta con educación media superior y 5.5% con educación superior. Resulta significativo que el 10.9% no tenga escolaridad alguna, no que indica la necesidad de promover programas de educación para adultos, cursos de capacitación y de regularización escolar para fortalecer el desarrollo de los habitantes del municipio.

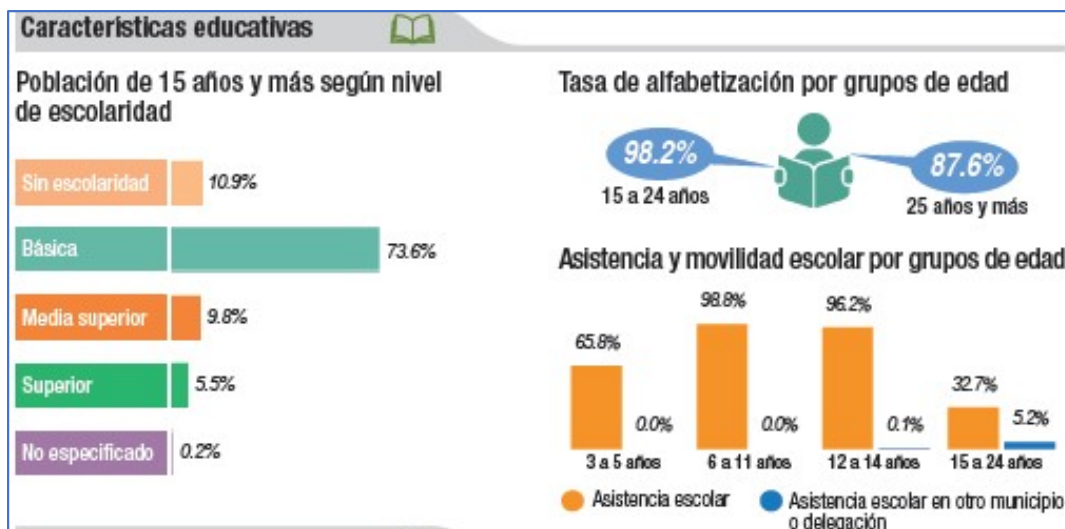


Figura IV.56. Escolaridad del Municipio Pinos, Zacatecas 2015

ACCESO A SERVICIOS DE SALUD

El municipio de Pinos, cuenta con el 90.2% del total de su población afiliada en alguna cobertura en materia de salud a través de varias instituciones: la Secretaria de Salud (S.S.A), el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (I.S.S.S.T.E), y de recién incursión el Programa de Ampliación y Cobertura (P.A.C) dependiente de los Servicios de Salud del Estado de Zacatecas.



Figura IV.57. Acceso a servicios de Salud en el Municipio Pinos, Zacatecas 2015

MARGINACION Y POBREZA



Pinos es uno de los municipios del Estado de Zacatecas cuyo porcentaje de población en pobreza estuvo entre 50% y 75%. A nivel estatal, Pinos ocupa el segundo lugar en cuanto a concentración de población en pobreza y también el segundo en cuanto población en situación de pobreza extrema con el 20.4% del total de su población.



Figura IV.58. Marginación y pobreza en el Municipio Pinos, Zacatecas 2015

IV.10.2 DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE

El paisaje es una extensión de terreno que se ve desde un sitio. Se conforma por un conjunto de elementos de tipo fisiográficos o naturales, antrópicos o artificial, sociales o culturales que al ser delimitados por el observador puede definirse como superficies terrestres con patrones de homogeneidad, consistente en un complejo de sistemas que, por su fisonomía, estructura son reconocidos como entidades y diferenciadas de otras vecinas (Etter, 1990).

De esta forma dentro del SAR se identificaron dos unidades de paisaje el antrópico y natural. Para identificarlos y delimitarlos se empleó los datos vectoriales de INEGI Serie V de Usos de Suelo y Vegetación del 2012, y la composición 5-4-3 de la imagen de satélite Landsat 8 del sensor OLI (2017).



IV.10.3 PAISAJES NATURALES

Dado que los paisajes naturales quedan definidos y caracterizados por el tipo de ecosistema se presenta a nivel del SAR. Estos paisajes naturales representan manchones aislados dentro del SAR.

La actuación humana sobre su entorno en muchas ocasiones provoca un deterioro de la calidad del ambiente produciendo un cambio paisajístico. La aparición de formas, texturas y colores ajenos al espacio natural supone un impacto que será mayor cuanto más grande sea la magnitud de la alteración y el grado de conservación del medio, tal es el caso de procesos de degradación en la vegetación ubicada únicamente en las partes altas del SAR, fuera del polígono del proyecto.

El Municipio de Pinos se encuentra localizado en la Provincia fisiográfica de la Mesa Central, la cual cuenta la mayor parte de su territorio plano, favoreciendo el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas. El área propuesta para el desarrollo del proyecto se trata de un predio con uso de suelo agrícola totalmente plano, sin presencia de cuerpos de agua y/o vegetación natural.

La superficie total del predio donde se pretende instalar la central HELIOS SOLAR, está conformado por parcelas de formas cuadrangulares las cuales varían de tamaño pero su forma es regular; algunas de ellas están limitadas por caminos y/ o cercos vivos.

IV.10.4 PAISAJES ANTRÓPICOS

Este tipo de paisaje es el resultado de la influencia del hombre sobre el paisaje natural. Las unidades de paisaje antrópico reconocidos en el SAR son el urbano, asentamientos humanos, el equipamiento y la infraestructura, otro tipo de paisaje antrópico es el agrícola que ocupa una amplia superficie dentro del SAR.

El paisaje urbano es el resultado de la interacción de ciertos elementos. Los elementos naturales y construidos: integran la configuración físico espacial del paisaje urbano, está representado principalmente por áreas verdes como jardines, parques y elementos de la traza urbana como lo son casa, edificaciones, centros urbanos. Los principales componentes en el SAR están representados por las diferentes localidades urbanas que se encuentran al oriente del SAR es importante señalar que los componentes del paisaje urbano tienen elementos geométricos que sobresalen (traza urbana) así como materiales distintos (asfalto, concreto, etc.) a los naturales y al paisaje agrícola.

Por otro lado, otro de los paisajes antrópicos es el paisaje agrícola, el cual es el resultado de la acción conjunta de componentes físicos (suelos, clima), biológicos (cultivos) y culturales sobre un espacio económico no urbano. Los elementos constitutivos del paisaje son:

El ager o espacio cultivado se divide en parcelas (unidad básica de producción agraria) que a su vez forman explotaciones agrarias de mayor tamaño, cultivadas por un mismo individuo o grupo.

Este se puede clasificar de acuerdo a la forma y modo en que las parcelas se encuentran limitada unas de otras como **openfiels, bocage** donde las parcelas están separadas por setos cercados o muros compuestos por vegetación piedra u otros materiales. El espacio organizado es el encargado de conectar todos los elementos agrarios tales como caminos, carreteras, cableado eléctrico.



El saltus es el espacio que no está cultivado y no presenta un aprovechamiento agrícola puede ser permanente o temporal, dentro del SAR se encuentran en los piedemontes de los cerros y mesetas.

El hábitat o espacio habitado es la parte habitada del paisaje urbano generalmente representado por localidades rurales.

Cabe señalar que el **ager o espacio cultivado**, es el paisaje es el más representativo dentro del SAR y ocupa la totalidad de la superficie del proyecto.

IV.11 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El área del proyecto se localiza en el Municipio de Pinos, Zacatecas. Dicho municipio presenta un clima semiseco templado con lluvias en verano. En dicho municipio prevalecen las actividades agrícolas en la mayor parte de su superficie, y muestran una marcada tendencia al crecimiento de sus zonas urbanas. En este sentido, las condiciones naturales tanto del área del proyecto como del SAR, se encuentran previamente modificadas y con claras tendencias de uso de suelo agrícola.

De acuerdo con la bibliografía consultada, el proyecto se ubica en territorio de la Provincia Fisiográfica Mesa del Centro, Subprovincia Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes, la cual se caracteriza por sus extensas llanuras con pisos de caliche y una muy somera cubierta aluvial, que se encuentran a altitudes alrededor de los 2,000 msnm. Su expresión principal es la de llanura desértica de piso rocoso, seguida por los sistemas de topoformas lomerío con cañadas, sierra baja, sierra baja con mesetas y meseta.

La ubicación del SAR, le confiere una topografía poco accidentada, de los cuales destacan las sierras altas con mesetas lávicas, llanuras aluviales y valles, formando parte de la Subprovincia Llanos de Ojuelos – Aguascalientes. En la zona de interés, el rasgo fisiográfico que predomina es un llano de piso rocoso, donde se acumularon depósitos aluviales, lacustres y tobas de granulometría variable, este llano se encuentra delimitado en su porción occidental por mesetas extensas, en la parte norte y oriental se observan estas mismas mesetas, presentándose también sierras altas con mesetas bordeadas por lomeríos muy suaves y aislados con bajadas, esculpidos en areniscas con intercalaciones de lutitas. Las mesetas están formadas por coladas riolíticas, ignimbritas y tobas arenosas.

El SAR forma parte de la Subprovincia de los Llanos y Sierras Potosinos- Zacatecanos, localizado en el área oriental del Estado de Zacatecas (2000 m.s.n.m), que tiene el grueso de su territorio en el Estado de San Luis Potosí. Su piso es de caliche (horizonte petrocálcico). En esta gran llanura, existen sierritas dispersas y franjas delgadas, alargadas y bajas llamadas "bajíos".

El desarrollo del ciclo geomorfológico de la región donde se ubica el SAR, es el resultado de una serie de eventos tectónicos que modelaron el área, levantando primero el relieve al manifestarse los efectos de los diferentes eventos orogénicos; y posteriormente degradada bajo los efectos de los agentes erosivos, hasta llegar a conformar el aspecto actual, mismo que se caracteriza por un paisaje de cuencas cerradas, producto de la fragmentación en bloques del terreno después de la



Orogenia Laramide, que posteriormente fueron rellenadas por material clástico en los diferentes intervalos comprendidos desde el Terciario al Reciente.

En lo que respecta a la geología, en el SAR afloran rocas sedimentarias e ígneas extrusivas. Las sedimentarias son de edad Cretácica y corresponden a las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol, las cuales están constituidas por calizas de color gris claro con estratificación delgada que eventualmente se encuentran intercaladas con lutitas calcáreas y lentes de pedernal negro, calizas arcillosas intercaladas con lutitas calcáreas carbonosas; areniscas en capas delgadas o medianas y algunos horizontes de calizas arcillosas y calcarenitas.

Dentro del SAR predomina el Xerosol háplico, el cual corresponde a suelos que se localizan en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México, teniendo como vegetación natural matorrales y pastizales. Se caracterizan por tener una capa superficial de color claro y muy pobres en humus, con un subsuelo rico en arcillas o semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, polvo o aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche, de mayor o menor dureza; a veces son salinos.

Su utilización agrícola está restringida a zonas de riego, existiendo Xerosoles que pueden cultivarse en temporal, pero son inseguros y de bajos rendimientos. La agricultura de riego con cultivos de algodón y granos así como vid, es de altos rendimientos, debido a (a alta fertilidad de estos suelos. Son también importantes en su uso pecuario.

La degradación física de los suelos del estado de Zacatecas, se debe principalmente al sobrepastoreo. En Zacatecas, dicha superficie es mayor de 5 millones de hectáreas, las que además presentan graves problemas de sobrepastoreo y diversos niveles de degradación del suelo.

En el Estado de Zacatecas, los valores de erosión potencial son mayores en la clase de suelo xerosol, debido principalmente a una mayor susceptibilidad ($K= 0.079$), que son suelos con mayor profundidad y más desarrollados, por lo que presentan un mayor potencial productivo cuando son manejados adecuadamente. Cuando estos suelos se encuentran en áreas dedicadas al pastoreo, es necesario mantener una cubierta vegetal adecuada para evitar que la acción erosiva de la lluvia los degrade.

En cuanto al clima, el SAR es el semiseco templado (BS1kw), y se caracteriza porque la evaporación excede a la precipitación. Está asociado principalmente a comunidades vegetales del tipo de pastizal inducido, zacatonal y vegetación xerófila. Es clima seco estepario (BS), que corresponde con el más seco de este tipo de climas, subtipo semiseco (1), con grado de humedad mayor que 22.9 (coeficiente que resulta de la relación precipitación/temperatura). La precipitación anual oscila entre los 450 y los 5000 mm. La temperatura media es de 18 °C anualmente. Registrándose las altas temperaturas en el mes de junio con 22 °C y 23 °C mientras que en los meses más fríos se tiene de 13 °C y 14 °C.

El área del proyecto se localiza la Región Hidrológica **RH37 El Salado**, la cual cubre el 40.67% de la superficie del Estado de Zacatecas, abarcando parte del centro, el noreste y el este de la entidad. Es una vertiente interna de cuencas cerradas, que se caracterizan por la presencia de corrientes



temporales poco caudalosas y de cursos reducidos, que desaparecen en las llanuras por la filtración y la evaporación.

Las corrientes presentes a nivel SAR, son de carácter intermitente o temporal, es decir, sólo en temporada de lluvias es cuando el cauce lleva un caudal mientras que el resto del año no presenta agua en la superficie. Y en función del orden de corriente al que pertenezcan, algunos corrientes (escurrimientos) llevan agua, pero de manera subsuperficial.

En lo que se refiere a los escurrimientos intermitentes, el patrón de drenaje responde a un fuerte control estructural definido por la litología, así como también a condiciones climáticas pasadas, durante las cuales dichas corrientes modelaron el relieve actual.

Hoy día, aunque las precipitaciones son escasas, los escurrimientos superficiales se activan cada temporada de lluvias reconociendo los cauces presentes. Más aun, los cauces mismos actúan como zonas de recarga y descarga tanto del acuífero local como regional. De esta manera, aun cuando son de carácter intermitentes, los escurrimientos superficiales juegan un papel muy relevante en el comportamiento del acuífero, pues funcionan como corredores locales al mantener flujos subsuperficiales que alimentan a todo el SAR tanto en temporada de secas como de lluvias.

En el caso del comportamiento del agua subterránea depende fuertemente de la estructura y arreglo geológico la cual se encuentra constituido, en su porción superior, por los depósitos granulares de origen aluvial y fluvial de granulometría variada y los conglomerados polimícticos que rellenan el valle tectónico. Así, el agua en general, es decir los procesos hidrológicos son los que transfieren la energía, materia e información dentro del sistema y regulan su funcionamiento.

El SAR se encuentra localizado dentro del acuífero Pinos, el cual es de tipo libre, cuyos niveles estáticos varían de 30 a 120 m con respecto a la superficie del terreno. Se observa que en las porciones oeste, noroeste y suroeste de la cuenca, se tienen las mejores condiciones de transmisividad de la zona.

El acuífero está formado en su parte inferior por tobas arenosas, lavas e ignimbritas, y en su parte superior por conglomerados; todos estos alojados en una fosa tectónica formada como consecuencia de fallas normales y movimientos de distensión ocurridos en el Oligoceno. El basamento y barreras laterales están constituidos por rocas de edad Cretácica pertenecientes a las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol.

De acuerdo con la ubicación espacial tanto el área del proyecto, como el SAR, no se encuentran dentro de ninguna región terrestre prioritaria (RTP), las más cercanas al SAR son Sierra Fría, Sierra de Álvarez y Sierras Santa Barbara- Santa Rosa. Por otra parte, para el caso de las regiones hidrológicas prioritarias (RHP), tanto el área del proyecto, como el SAR no se encuentran dentro de la Región Hidrológica Prioritaria, las regiones más cercanas al área del proyecto y SAR delimitado son: Cabecera del Río de la Laja y Confluencia de las Huastecas. Para el caso de las AICAS, tanto el área del proyecto como el SAR no se encuentran dentro de ninguna región, se ubicaron dos AICAS, Sierra Fría localizada al Noroeste del SAR y Sierra de Santa Rosa al sur del SAR.



Una vez revisadas las cartas de Uso de Suelo y tipos de vegetación, se observó que dentro del SAR hay usos de suelo, tales como agricultura (temporal y permanente) y zona urbana, y en donde más del 80% corresponde al uso de suelo agrícola en sus diferentes modalidades. Respecto a los tipos de vegetación se encontraron presentes Matorral crasicaule, Bosque de encino, Pastizal natural, pastizal inducido y vegetación secundaria de pastizal natural y en donde la vegetación que mayor superficie ocupa es la vegetación de matorral crasicaule apenas el 2.11% de total de la superficie del SAR.

Respecto al área del proyecto, con base a la Serie VI de INEGI, esta se encuentra en su totalidad dentro del uso de suelo de agricultura, en donde la totalidad del área del proyecto incide en agricultura de temporal anual (100%). En este sentido, la presencia de los componentes de flora y fauna se encuentran totalmente modificados. Por otro lado, se identificaron algunas especies arbóreas, mismas que son empleadas para la delimitación de parcelas como cercos vivos. Respecto a la fauna esta se encuentra desplazada debido a las actividades antrópicas que se desarrollan continuamente en los terrenos agrícolas.

Una vez realizado el trabajo de campo y su análisis, se registraron un total de 18 especies, la cuales se encuentran distribuidas 11 familias taxonómicas. La familia mejor representada es la Cactaceae con 6 especies, seguida de Fabaceae con 3 especies. Es importante mencionar que, una vez realizada la revisión bibliográfica, así como el trabajo de campo no se encontró ninguna especie bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el trabajo de campo, se tiene que el área del proyecto muestra componentes ambientales modificados y presenta en su totalidad superficies agrícolas, y como ya se mencionó únicamente se encuentran a modo de cercos vivos algunas especies de individuos arbóreos, es por tal razón solo se llevaron a cabo dos muestreos. Derivado de los recorridos de campo, se observaron pequeñas asociaciones de vegetación que corresponden sobre todo a *Schinus molle*, *Prosopis sp*, *Acacia schaffneri* que por lo general actúan como barreras rompevientos o cercos vivos cuya función principal es la delimitación de las distintas parcelas, sin embargo, dichos individuos no se consideran como un terreno forestal o vegetación forestal.

De acuerdo con los índices de diversidad calculados para los estratos arbóreo (alto), arbustivo (medio), herbáceo (bajo) y grupo de cactáceas presentes en el SAR y correspondientes a vegetación de matorral crasicaule, se tiene lo siguiente; para el estrato arbóreo es de 1.1, para el estrato arbustivo es de 2.77 y para el herbáceo 1.79. Respecto al grupo de las cactáceas el índice de diversidad máxima fue de 1.79. En este sentido, y considerando la clasificación señalada en la literatura se puede concluir que se presenta una diversidad baja para todos los estratos incluyendo el grupo de cactáceas.

Respecto a los IVI se puede concluir que las especies *Prosopis laevigata* (estrato arbóreo), *Acacia schaffneri* (estrato arbustivo), *Aloysia gratissima sp* (estrato herbáceo) y *Cylindropuntia imbricata*. (grupo de cactáceas), son las que proporcionan la estructura de la vegetación de matorral crasicaule en la superficie del SAR.



Para el caso de la fauna del SAR en total se registraron 30 especies, contenidas en 3 clases (aves, mamíferos y reptiles). La clase de las aves es la que representó una mayor riqueza específica, con 20 de las 30 especies registradas lo cual representa un 67%, la clase Mammalia representa el 20% con 6 especies; y finalmente la clase Reptilia presenta 4 especies lo que representa el 13% del total de las especies registradas

En cuanto a la abundancia por clase, se puede observar que la clase Aves es la que presenta una mayor cantidad de registros con 95 seguido de la clase Mammalia con 27 registros, y finalmente la clase Reptilia con 24, lo cual representa un total de 146 registros de vertebrados.

De acuerdo a los resultados obtenidos para los diferentes grupo de fauna silvestre de la superficie del proyecto, el grupo de las aves cuenta con el mayor número de individuos registrados por grupo faunístico (70 individuos con una riqueza específica de 16 especies), seguido de los mamíferos (15 individuos con una riqueza específica de 4 especies) y por último los reptiles (13 individuos con una riqueza específica de 2 especies), los cuales cuentan con una diversidad media ($H' = 2.77$), baja ($H' = 1.39$) y baja ($H' = 0.69$), respectivamente. De esta manera, con los resultados obtenidos, se observa que el grupo de las aves se encuentran en una diversidad media, y el de los mamíferos y reptiles, cuentan con una diversidad baja.

Lo anterior, se puede considerar como el reflejo de las diversas actividades antrópicas que se realizan en la zona, tal es el caso de la agricultura presente en la totalidad de la superficie del proyecto. Respecto al SAR, si bien, se tienen áreas urbanas estas no son representativas en términos de territorio, sin embargo, contrario a la zona urbana, las actividades agrícolas desarrolladas por la población representan más del 80% del territorio del SAR, lo cual ejerce una presión significativa sobre la vegetación presente (matorral crasicaule, bosque de encino, pastizales y vegetación secundaria de pastizal), mismas que influyen directamente en la provisión de recursos y sitios de resguardo para la diversidad faunística.

Como ocurre en la mayoría de los inventarios de fauna terrestre, el grupo de las aves es el que presenta el mayor número de especies, derivado de la actividad que presenta este grupo y considerando sus hábitos forrajeros preferentemente en zonas agrícolas, como las que se encuentran en el área del proyecto. Por otro lado, no se registraron anfibios, situación que se relaciona con la ausencia de cuerpos de agua a los que están ligados, aunado a esto se tiene que el sitio muestra evidencias de perturbación (actividades agrícolas) y en donde esta clase es de las vulnerables a la modificación de su hábitat.

Finalmente, se considera que los trabajos de campo son concordantes con lo revisado en la bibliografía, por lo tanto, los métodos y análisis realizados son adecuados para el SAR y área del proyecto. En este sentido, se puede concluir que las áreas naturales del SAR se encuentran influenciadas por el uso de suelo dominante (agrícola), situación que se refleja directamente en las condiciones del área del proyecto, ya que únicamente cuenta con este uso de suelo (agrícola), mostrando así, componentes ambientales totalmente modificados reflejados en la dominancia de paisajes antrópicos dentro de la superficie del SAR.



CAPITULO V

DENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CONTENIDO

V.	IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	3
V.1	INTRODUCCIÓN	3
V.1.1	Metodología y técnicas para identificar y evaluar los impactos ambientales	3
V.2	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	6
V.2.1	Identificación de actividades y obras del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales.....	6
V.2.2	Identificación de las interacciones proyecto-entorno	8
V.2.3	Identificación de los componentes ambientales susceptibles de recibir impactos ambientales.....	10
V.2.4	Identificación de las interacciones proyecto - entorno	11
V.2.5	Denominación e Identificación de impactos ambientales	14
V.3	Evaluación de impactos ambientales.....	15
	Determinación de la importancia.....	15
V.3.2	Determinación de la magnitud.....	17
V.3.3	Matriz de la Importancia y Magnitud de los impactos ambientales.....	17
V.3.4	Determinación de la evaluación final de los impactos ambientales.....	19
V.4	Análisis de Impactos acumulativos y residuales	24
V.4.1	Impactos acumulativos.....	24
V.4.2	Identificación de impactos acumulativos del proyecto	26
V.4.3	Impactos residuales.....	26
V.5	Descripción y análisis de los impactos ambientales.....	27
V.5.1	Modificación de los patrones naturales del drenaje hidrológico superficial del proyecto	27
V.5.2	Modificación de los patrones naturales del drenaje hidrológico subterráneo del proyecto	27
V.5.3	Contaminación del suelo por mal manejo de residuos.....	28
V.5.4	Pérdida de suelo.....	28
V.5.5	Modificación de las formas terrestres naturales de la superficie.....	29



V.5.6	Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente	30
V.5.7	Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión.....	31
V.5.8	Pérdida de la cobertura vegetal	31
V.5.9	Afectación de individuos de fauna y su distribución.....	32
V.5.10	Modificación del hábitat	33
V.5.11	Modificación del paisaje.....	34
V.6	CONCLUSIONES	34

TABLAS

Tabla V.1 .	Obras y actividades susceptibles de producir impactos ambientales.....	7
Tabla V. 5.	Descripción de las herramientas utilizadas en la identificación de impactos.....	8
Tabla V. 4.	Componentes y factores del entorno.....	10
Tabla V.7.	Matriz de identificación de interacciones.	12
Tabla V.9.	Criterios para la valoración de atributos.....	16
Tabla V.10.	Matriz de caracterización de impactos ambientales.	18
Tabla V.11.	Matriz de evaluación de impactos ambientales.....	19
Tabla V.12.	Significancia de los impactos ambientales.	21
Tabla V.13.	Matriz de identificación de impactos por obras y actividades anteriores.	25
Tabla V.14.	Impactos acumulativos del proyecto.	26

FIGURAS

Figura V.1.	Funciones analíticas principales para la evaluación de impacto ambiental.	4
Figura V.2.	Diagrama de flujo del proceso metodológico.....	5
Figura V.3.	Red de interacciones causas – efectos.....	9
Figura.V.4.	Interacciones por etapas.....	13
Figura. V.5.	Interacciones por componentes ambientales.	13
Figura V.6.	Rangos de significancia.	20



V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1 INTRODUCCIÓN

Como ya conocemos, la energía solar constituye una fuente de energía limpia e inagotable, además de ser uno de los medios para generar energía menos agresivos con el medio ambiente porque no se generan emisiones tóxicas ni emisiones de gases de efecto invernadero. Es por ello, los impactos ambientales que se producen durante la generación de energía, utilizando la energía solar, son mínimos en comparación con proyectos que generan energía utilizando derivados del petróleo (combustibles fósiles), los cuales emiten gases de efecto invernadero que promueven el calentamiento global.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SAR, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarrolló una metodología que garantice la estimación de los impactos provocados por la ejecución del proyecto y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el proyecto.

Derivando de ello el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR delimitado, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante conforme a lo dispuesto en la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)¹.

Si bien la Secretaría, de acuerdo a lo establecido en el párrafo tercero del Artículo 9 del REIA, proporciona guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA-R, de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, el contenido de las mismas es, en efecto, una guía, por lo que el desarrollo de cada capítulo de la MIA deberá ajustarse a lo que establece, en este caso para una MIA modalidad Regional, el Artículo 13 del REIA, que en el caso particular del capítulo V, se deberá presentar, la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del SAR; por lo que aun cuando se tomó como referencia la guía de la Secretaría para la elaboración del presente capítulo, su contenido se ajusta a lo establecido en la fracción V del Artículo 13 del Reglamento.

V.1.1 Metodología y técnicas para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para desarrollar la metodología propuesta, primeramente, se consideró:

¹ 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, Artículo 13 del REIA.



- **El análisis del proyecto:** identificando las obras y/o actividades que pudieran provocar algún impacto ambiental (Capítulo II).
- **El análisis de instrumentos jurídicos ambientales:** normas aplicables para la protección de la flora y fauna, atmosfera (emisiones de ruido, gases de combustión y polvos) y áreas de importancia ambiental, (Capítulo III).
- **El análisis del medio:** la descripción y diagnóstico de los componentes abióticos y bióticos del ambiente del SAR (Capítulo IV).

Con base a esta información se procedió a realizar paso a paso la metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales generados por el proyecto, considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas principales: **(1) identificación, (2) evaluación-caracterización y (3) descripción-análisis** (ver siguiente figura):

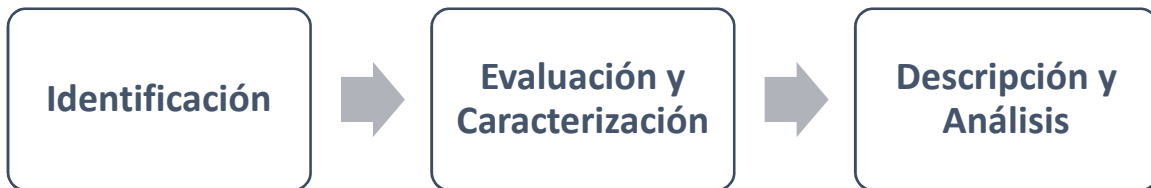


Figura V.1. Funciones analíticas principales para la evaluación de impacto ambiental.

Con esta información se identificaron las **relaciones causa-efecto**, que en sí mismas son los impactos potenciales cuya significancia se estimó más adelante. Las relaciones causa-efecto se identificaron con la ayuda de grafos realizados para el proyecto.

Una vez identificadas las relaciones causa-efecto, se elaboró un cribado para posteriormente determinar su denominación; es decir, se establecen los impactos ambientales como frases que asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana, elaborando así un listado de las interacciones proyecto-entorno (impactos ambientales), para poder así determinar **la importancia y magnitud**, la cual se define por una serie de atributos, de tipo cualitativo, que caracterizan y evalúan dicha afectación a través de una serie de criterios y de la calidad ambiental de los componentes, siempre relacionado a su efecto eco sistémico.

A partir de la importancia y magnitud de cada impacto ambiental, se hace **un análisis de la significancia** de los impactos ambientales, para poder realizar la descripción de estos, finalizando el capítulo con las conclusiones del mismo.

A continuación, se presenta, de manera esquemática, un diagrama de flujo del proceso metodológico diseñado para el proyecto, y que se llevó a cabo para la evaluación de los impactos ambientales previstos por su desarrollo.

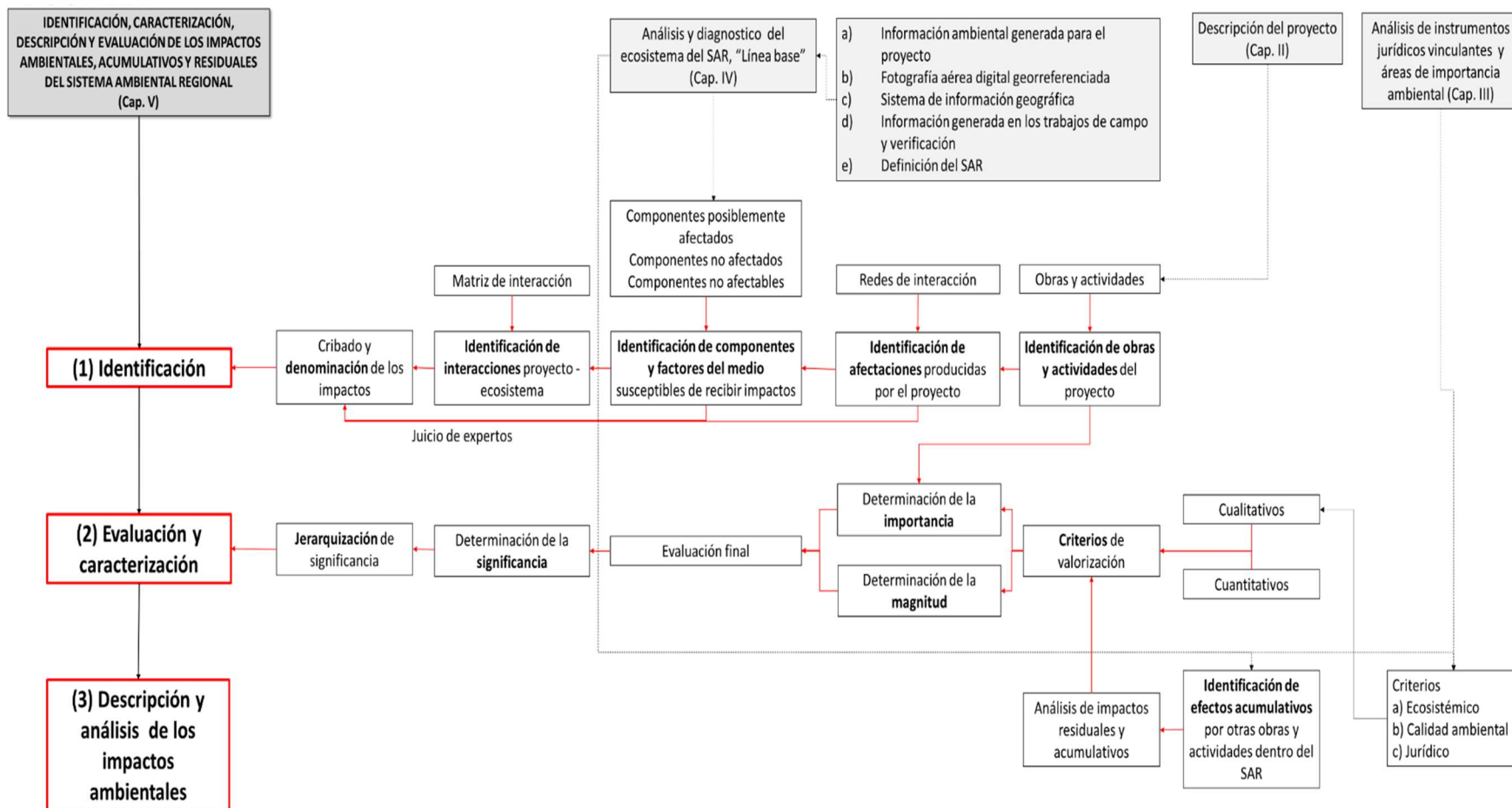


Figura V.2. Diagrama de flujo del proceso metodológico.



V.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el desarrollo de presente capítulo se diseñó un proceso metodológico que comprende, por una parte, la consideración del diagnóstico ambiental del SAR para identificar cada uno de los factores y subfactores que pueden resultar afectados de manera significativa por alguno o algunos de los componentes del proyecto (obra o actividad), de manera que se haga un análisis de las interacciones que se producen entre ambos, y se alcance gradualmente una interpretación del comportamiento del SAR.

Los criterios fueron los siguientes:

- a) Identificación de obras y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales.
- b) Identificación de las afectaciones posiblemente producidas por las actividades y obras del proyecto.
- c) Identificación de los componentes ambientales susceptibles de recibir impactos ambientales.
- d) Identificación de las interacciones proyecto – ecosistema.
- e) Denominación de los impactos ambientales.

Para la evaluación de los impactos ambientales deberá de considerar las características del proyecto, el tipo de información que se empleara y las técnicas de identificación de los impactos ambientales para cada una de las etapas que lo conforman.

Por lo tanto, se utilizará la Matriz de Importancia, la cual mide cualitativamente el impacto ambiental en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación y periodicidad. Se identificaron las posibles interacciones, ya sean positivas o negativas, que se podrían presentar cuando se lleven a cabo las actividades definidas para el proyecto, una vez identificadas se lleva a cabo su valoración de Importancia utilizando la metodología desarrollada por V. Conesa Fernández-Vítora (1996), esto permitirá darles una clasificación y evaluar su efecto acumulativo y/o residual, para la propuesta de las medidas de mitigación.

Esta metodología utiliza ciertos criterios que nos permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, agrupándolos en una fórmula que nos dará como resultado la importancia del impacto y su intensidad sobre el ambiente esto tomando en cuenta las siguientes características: extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

V.2.1 Identificación de actividades y obras del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales

Para llevar a cabo el presente proyecto, así como el cumplimiento de sus funciones descritas dentro del capítulo II de la presente MIA, será necesario la realización de diferentes actividades, para el



establecimiento de las obras necesarias para su correcto funcionamiento, las cuales podrán producir en mayor o menor medida modificaciones al ambiente.

Para la presente metodología tenemos las siguientes definiciones:

- **Etapas:** se refieren a las que forman la estructura vertical del proyecto, y son las siguientes:
 - a. Preparación del sitio.
 - b. Construcción.
 - c. Operación y mantenimiento.

- **Actividades concretas:** las acciones se refieren a una causa simple, concreta, bien definida y localizada de impacto.

Las etapas del proyecto, actividades y obras susceptibles de producir impactos ambientales son las siguientes:

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS	ACTIVIDAD
Preparación del sitio	-----	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza del Terreno 2. Instalación de obras provisionales
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Cercado perimetral • Red de caminos internos • Caminos de acceso • Paneles solares • Sistema estructural • Sistemas de conversión (estaciones de media tensión o de conversión eléctrica) • Cableado • Línea de interconexión • Subestaciones eléctricas • Zanjas • Edificio de operación y mantenimiento • Obras provisionales 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excavación y rellenos 2. Nivelación y compactación 3. Cimentación y Armado de infraestructura 4. Instalación y conexión de los componentes eléctricos de la planta solar 5. Desmantelamiento de infraestructura provisional
Operación y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Planta fotovoltaica 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Generación de energía eléctrica por medio de los paneles solares 2. Transmisión de energía eléctrica por la línea de interconexión 3. Operación de la planta 4. Mantenimiento de los equipos
Desmantelamiento de infraestructura		

Tabla V.1 . Obras y actividades susceptibles de producir impactos ambientales.



Considerando las diferentes etapas del Proyecto, **se identificaron un total de 11 actividades**, las cuales son susceptibles de producir impactos ambientales.

V.2.2 Identificación de las interacciones proyecto-entorno

Para el desarrollo de la presente sección, se consideraron técnicas conocidas para la identificación de impactos en las diferentes etapas del proyecto, las principales herramientas utilizadas son:

- a) El sistema de información geográfica.
- b) Grafos o redes de interacción causa-efecto
- c) Matrices de interacción
- d) Juicio de expertos

A continuación, se describen brevemente cada una de ellas:

Herramienta	Descripción
a) El sistema de información geográfica	Para el proyecto se generaron mapas de inventario de forma que a través de la sobreposición que ofrece el sistema de información geográfica, los impactos de ocupación surgen de manera directa y evidente.
b) Grafos o redes de interacción causa-efecto	Consisten en representar sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aun cuando ésta técnica es menos utilizada que las matrices de interacción, refleja de una mejor manera la cadena de acontecimientos y sus interconexiones, es decir, las redes de relaciones entre la actividad y su entorno. Se sugiere que la técnica del grafo y la de las matrices deben considerarse de forma complementaria. (Gómez-Orea, 2002) En la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto: la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha
c) Matrices de interacción	Son cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos, ambas entradas identificadas en tareas anteriores. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá que averiguar después.
d) Juicio de expertos	Las consultas a paneles de expertos se facilitan mediante la utilización de métodos diseñados para ello en donde cada participante señala los componentes ambientales que pueden verse alterados por el desarrollo proyecto y valora dicha alteración según una escala preestablecida y por aproximaciones sucesivas, en donde se comparan y revisan los resultados individuales, se llega a un acuerdo final que se especifica y justifica en un informe. (Gómez-Orea, 2002)

Tabla V. 2. Descripción de las herramientas utilizadas en la identificación de impactos.

Las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman, por lo tanto, la parte medular de la metodología de evaluación y se registran numerosas propuestas en la literatura especializada, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas, siendo la identificación de impactos el paso más importante en la EIA ya que "un impacto que no es identificado, no es caracterizado, ni evaluado, ni descrito".

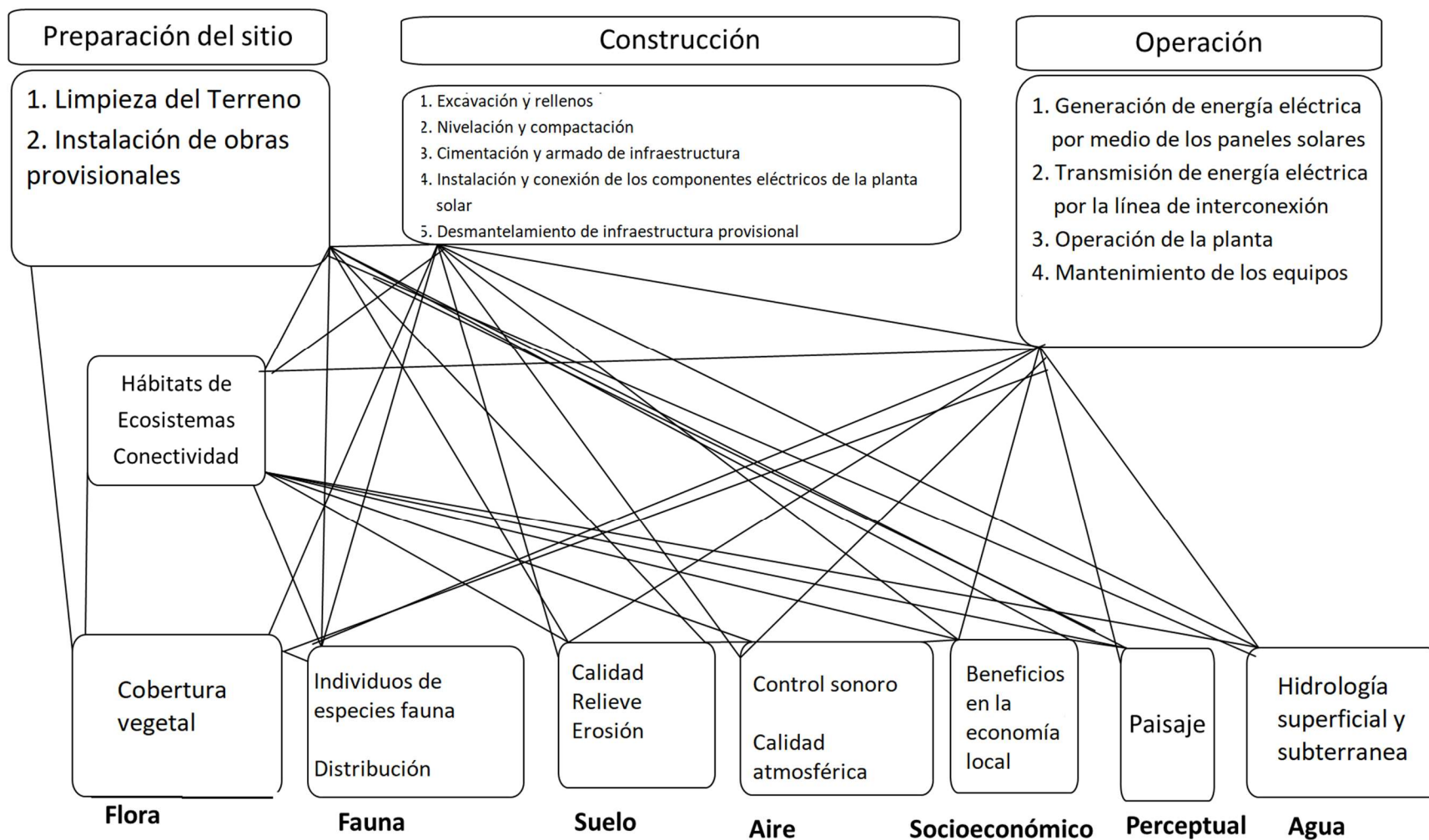


Figura V.3. Red de interacciones causas – efectos.



V.2.3 Identificación de los componentes ambientales susceptibles de recibir impactos ambientales

Se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales suelo, y agua (Gómez-Orea 2002), así como las consideraciones de índole social.

Para el caso del proyecto, se retomó la información manifestada en el Capítulo IV de la presente MIA-R y derivado de la complejidad del entorno así como su carácter de sistema, se desglosan en varios niveles hasta obtener los factores muy simples y concretos.

Con base a las actividades a realizar durante la ejecución del presente proyecto, se analizó cuáles eran los factores afectados por este, obteniendo así los siguientes:

Procesos	Componentes ambientales	Factor
Abiótico	Agua	1. Hidrología subterránea
		2. Hidrología superficial
	Suelo	3. Calidad
		4. Relieve
		5. Erosión
	Aire	6. Control sonoro
		7. Calidad atmosférica
Biótico	Flora	8. Cobertura vegetal
	Fauna	9. Individuos de especies fauna 10. Distribución
	Ecosistemas	11. Hábitats
Perceptual	Paisaje	12. Calidad visual
Socioeconómico	Bienes y servicios	13. Creación de empleos y beneficios en la economía local

Tabla V. 3. Componentes y factores del entorno.



Estos factores identificados responden a la relación que tiene entre las actividades y obras del proyecto con los componentes ambientales dentro del SAR y el área del proyecto, identificados en la Red de interacciones.

Por lo que la evaluación de impacto ambiental se enfocará en el impacto ambiental que puedan recibir solo estos componentes y factores ambientales, y que se determinan como posiblemente afectables, con cada una de las actividades y obras del proyecto.

V.2.4 Identificación de las interacciones proyecto - entorno

Para complementar la identificación de interacciones, se emplea la técnica de matrices (Matrices de interacción), la cual permite identificar en forma gráfica y en forma de tabla, las afectaciones negativas que generará el proyecto, así como la etapa en que más se generarán, permitiendo además, la cuantificación de las actividades que generarán con mayor recurrencia cada impacto identificado.

V.2.4.1 Matrices de interacción

A continuación, se presenta la Matriz de Identificación de interacciones (tabla siguiente), donde se determinaron las relaciones del proyecto-entorno, desglosando el proyecto en etapas y acciones, y el medio en componentes y factores.



Medio		Abiótico							Biótico				Perceptual	Socio económico	Total por actividad	Total por Etapa
Componente		Agua		Suelo			Aire		Flora	Fauna		Ecosistemas	Paisaje	Bienes y servicios		
Factor		Hydrología superficial	Hydrología subterránea	Calidad	Relieve	Erosión	Confort sonoro	Calidad atmosférica	Cobertura	Individuos de especies de	Distribución	Hábitats	Calidad visual	Creación de empleos y beneficios en la economía local		
Etapa	Actividad															
Preparación del sitio (PS)	1. Limpieza del Terreno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	
	2. Excavación, corte, relleno, compactación y nivelación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	
Construcción (C)	1. Excavación y rellenos	1	1	1	1		1	1					1	1	8	
	2. Nivelación y compactación	1		1	-		1	1		-	-		-	1	5	
	3. Cimentación y Armado de infraestructura	1		-	-		1	1	-	-	-		-	1	4	
	4. Instalación y conexión de los componentes eléctricos de la planta solar	1		-	-		1	1	-	-	-		1	1	5	
	5. Desmantelamiento de infraestructura provisional	-		-	-		1	1	-	-	-		-	1	3	
Operación y mantenimiento (OM)	1. Generación de energía eléctrica por medio de los paneles solares	-		-	-		-	-	-	-	-		-	1	0	
	2. Transmisión de energía eléctrica por la línea de interconexión	-		-	-		-	-	-	-	1		-		1	
	3. Operación de obras	-		-	-		-	-	-	-	-		-	1	1	
	4. Mantenimiento de los equipos	1		-	1		-	-	-	-	-		-		2	
Total por Factor		7	3	4	4	2	7	7	2	2	3	2	4	8	55	
Total por Componente		10		10			14		2	5		2	4	8		
Total por Medio		34							9				4	8		

Tabla V.4. Matriz de identificación de interacciones.



Conforme a los resultados de la tabla anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Para el proyecto resultaron un total de 55 interacciones, de las cuales 26 corresponden a la etapa de preparación del sitio, 25 en la etapa de construcción y 4 en la etapa de operación y mantenimiento.

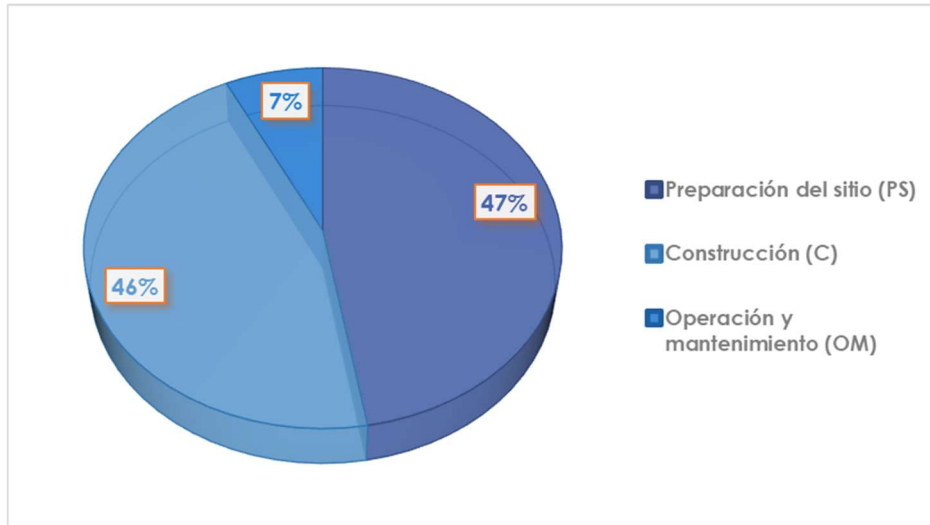


Figura.V.4. Interacciones por etapas.

- En cuanto a las interacciones por componente ambiental se obtuvieron, 10 para agua, 10 para suelo, 14 para el componente Aire, 2 para Flora, 5 para Fauna, 2 para Ecosistemas, 4 para el componente Paisaje y 8 para Bienes y Servicios.

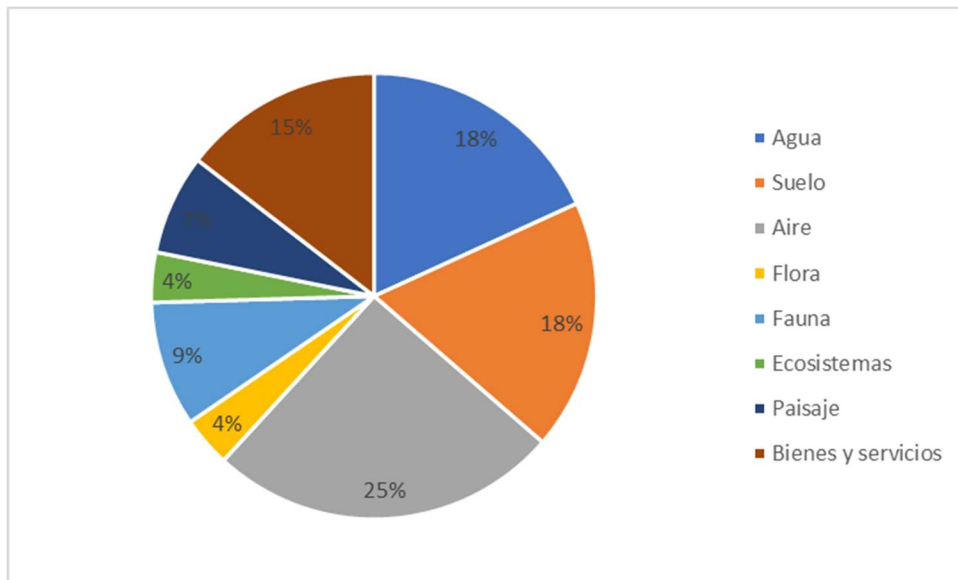


Figura. V.5. Interacciones por componentes ambientales.



Aun y cuando el proyecto presenta una gran cantidad de interacciones (55), la mayoría de estas son causadas por actividades realizadas en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, mientras que la minoría responden a efectos de las actividades producidas por la operación y mantenimiento del proyecto.

En este paso solo se identificó la cantidad de interacciones, la cual no representa la significancia de la afectación. Para asignar la significancia se realizará una metodología diferente la cual se explica más adelante.

V.2.5 Denominación e Identificación de impactos ambientales

De las interacciones encontradas en la Matriz de identificación de impactos, se realizó un cribado, es decir, se analizan cuáles son los efectos que resultan de dichas interacciones entre las obras o actividades y los factores ambientales que intervienen, para el caso del presente proyecto se tienen 12 impactos ambientales (negativos).

En la siguiente tabla se enlistan los impactos ambientales identificados, denominándolos en términos de la alteración que introduce la actividad en los factores del entorno.

Componentes ambientales	Factor	Impacto Ambiental
Agua	Hidrología superficial	1. Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial
	Hidrología subterránea	2. Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo
Suelo	Calidad	3. Contaminación del suelo por mal manejo de residuos
	Erosión	4. Pérdida de suelo
	Relieve	5. Modificación de las formas terrestres naturales de la superficie.
Aire	Confort sonoro	6. Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo
	Calidad	7. Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión
Flora	Cobertura vegetal	8. Pérdida de cobertura vegetal
Fauna	Individuos de especies de fauna	9. Afectación de individuos de especies de fauna
	Distribución de la fauna	10. Afectación en la distribución de la fauna
Ecosistemas	Hábitats	11. Pérdida de hábitats
Paisaje	Calidad visual	12. Alteración o modificación de los paisajes naturales.

Tabla V.5. Impactos ambientales identificados en las diferentes etapas del proyecto.



V.3 Evaluación de impactos ambientales

De acuerdo con Gómez-Orea (2002)², el valor de un impacto ambiental mide la gravedad de éste cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y el significado ambiental de dicha alteración.

Para ello se realiza la valoración de los impactos ambientales que se obtiene por medio de los siguientes pasos que se presentan en forma general.

- a) **Determinación de la importancia.** La importancia de un impacto es una valoración, la cual expresa el alcance del efecto de una acción sobre un factor ambiental.

Está definida por **10 atributos** de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración: **Intensidad (IN)**, **Extensión (EX)**, **Efecto (EF)**, **Momento (MO)**, **Persistencia (PE)**, **Periodicidad (PR)**, **Sinergia (SI)**, **Acumulación (AC)**, **Reversibilidad (RV)**, y **Recuperabilidad (MC)**. (V Conesa Fdez. – Vítora, 2003)³.

- b) **Determinación de la magnitud.** La magnitud representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado⁴.

- c) **Matriz de evaluación.** A partir de la determinación de la importancia y magnitud se realiza la matriz de evaluación de cada uno de los impactos para obtener la valoración de la importancia y magnitud.

- d) **Determinación de la significancia.** Después de evaluar la importancia y magnitud de cada impacto ambiental se determina la significancia del impacto (significativo o no significativo), para posteriormente jerarquizarlos.

Determinación de la importancia

La importancia de un impacto es una valoración que expresa el alcance del efecto de una acción sobre un factor ambiental, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo (para el caso del proyecto se consideraron 10 atributos) que caracterizan dicha alteración.

Por lo que tomando como base el juicio de expertos, la información presentada en el Capítulo II y IV, y la Tabla **Impactos ambientales identificados en las diferentes etapas del proyecto**, se genera la primera columna llamada **Importancia** de la **Matriz de caracterización de impactos ambientales**, la cual se crea a partir del modelo propuesto por V. Conesa Fdez. – Vítora (2003) y modificado para el proyecto, donde a cada uno de los impactos ambientales se le atribuye un valor del 1 al 5 en cada uno de los 10 atributos para poder aplicar un algoritmo sencillo de suma:

² Evaluación de impacto ambiental, Gómez Orea. 2002.

³ Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. V-Conesa Fdez. – Vítora. 2003

⁴ Para el proyecto, se refiere al SAR.



$$\text{Importancia} = \text{IN} + \text{EX} + \text{EF} + \text{MO} + \text{PE} + \text{PR} + \text{SI} + \text{AC} + \text{RV} + \text{MC}$$

Dónde: **(IN)** Intensidad, **(EX)** Extensión, **(EF)** Efecto, **(MO)** Momento, **(PE)** Persistencia, **(PR)** Periodicidad, **(SI)** Sinergia, **(AC)** Acumulación, **(RV)** Reversibilidad, **(MC)** Recuperabilidad

V.3.1.1 Criterios para la valoración de la importancia del impacto

A continuación, se presentan en forma general los criterios para la valoración de cada uno de los atributos seleccionados, mientras que en el Capítulo VIII se describen detalladamente los criterios para que la autoridad pueda replicar los impactos ambientales identificados para el proyecto.

Los criterios que permitirán caracterizar la importancia del impacto fueron obtenidos por la propuesta de V. Conesa Fdez. – Vítora (2003) y modificada a partir de la naturaleza del proyecto.

Atributo	Carácter del atributo	Valor	Atributo	Carácter del atributo	Valor
INTENSIDAD (In)	Baja	1	EXTENSIÓN (EX)	Puntual	1
	Mediana	2		Parcial	2
	Alta	3		Extenso	3
	Muy Alta	4		Total	4
	Total	5		Critica	5
EFEECTO (EF)	Indirecto	1	MOMENTO (MO)	Largo plazo	1
	Parcial	3		Mediana plazo	3
	Directo	5		Inmediato	5
PERSISTENCIA (PE)	Inmediato	1	PERIODICIDAD (PR)	Único	1
	Fugaz	2		Discontinuo	2
	Temporal	3		Periódico	4
	Pertinaz	4		Continuo	5
	Permanente	5			
SINERGIA (SI)	Baja o nula	1	ACUMULACIÓN (AC)	No acumulativo	1
	Media	3		Acumulativo	5
	Alta	5			
REVERSIBILIDAD (RV)	Inmediata	1	RECUPERABILIDAD (MC)	Inmediata	1
	Corto plazo	2		Corto plazo	2
	Medio plazo	3		Medio plazo	3
	Largo plazo	4		Mitigable	4
	Irreversible	5		Irrecuperable	5

Tabla V.6. Criterios para la valoración de atributos.



V.3.2 *Determinación de la magnitud*

La **magnitud**, representa la cantidad y calidad del factor modificado, y que se expresará en términos de la extensión, intensidad y duración de la alteración al componente en relación al SAR.

Es por ello que para obtener la columna de Magnitud de la **Matriz de caracterización de impactos ambientales** se realiza un algoritmo simple creado a partir del modelo propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Roma 1995) y modificado para el proyecto utilizando los atributos, previamente evaluados, de IN (intensidad), EX (extensión) y PE (persistencia).

El algoritmo utilizado es el siguiente:

$$\text{Magnitud} = (\text{IN} * 4) + (\text{EX} * 4) + (\text{PE} * 2)$$

Dónde: **(IN)** Intensidad, **(EX)** Extensión, **(PE)** Persistencia

V.3.3 *Matriz de la Importancia y Magnitud de los impactos ambientales*

Como resultado de la aplicación de los pasos descritos anteriormente, se obtuvo la Matriz de caracterización de impactos ambientales (ver siguiente tabla) y donde las etapas en las que se generará la afectación están determinadas de acuerdo con la **Matriz de identificación de interacciones**.

También se presentan en celdas y números de color rojo donde las **evaluaciones más altas (5)**. Donde las etapas tienen la siguiente simbología: **(PS)** preparación del sitio, **(C)** construcción, **(OM)** operación y mantenimiento



Impacto	Etapa	In	EX	EF	MO	PE	PR	SI	AC	RV	MC	Importancia	Magnitud
1. Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial	PS	2	1	5	5	2	2	1	5	2	2	27	16
	C	2	1	5	5	2	2	1	5	2	2	27	16
2. Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo	PS	1	1	5	5	2	2	1	5	1	1	24	12
	C	1	1	5	5	2	2	1	5	1	1	24	12
3. Contaminación del suelo por mal manejo de residuos	PS	1	2	5	5	2	2	1	5	2	2	27	16
	C	1	1	5	5	2	2	1	5	2	2	26	12
4. Pérdida de suelo	PS	2	1	5	5	5	1	5	5	4	4	37	22
	C	2	1	5	5	1	1	1	1	1	1	19	14
5. Modificación de las formas terrestres naturales de la superficie.	PS	1	2	5	5	2	2	1	5	2	2	27	16
6. Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo	PS	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10
	C	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10
7. Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión	PS	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10
	C	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10
8. Pérdida de cobertura vegetal	PS	2	1	5	5	5	1	5	5	4	4	37	22
9. Afectación de individuos de especies de fauna	PS	2	2	5	5	5	1	1	5	2	2	30	26
	C	1	1	5	5	1	2	1	5	2	4	27	10
	OM	1	1	5	5	1	2	1	5	2	4	27	10
10. Afectación en la distribución de la fauna	PS	2	2	5	5	5	1	1	5	2	2	30	26
	C	1	1	5	5	1	2	1	5	2	4	27	10
	OM	1	1	5	5	1	2	1	5	2	4	27	10
11. Pérdida de hábitats	PS	2	2	5	5	5	1	1	5	2	2	30	26
12. Alteración o modificación de los paisajes naturales.	PS	1	1	5	5	3	1	1	5	2	4	28	14
	C	1	1	5	5	1	2	1	5	2	4	27	10

Tabla V.7. Matriz de caracterización de impactos ambientales.



V.3.4 Determinación de la evaluación final de los impactos ambientales

Para conocer la significancia de los impactos ambientales, es necesario ver en conjunto la evaluación de la Importancia y de la Magnitud y no como evaluaciones únicas. Para ello se realiza la siguiente fórmula sencilla:

Evaluación final del impacto = Importancia + Magnitud
--

A continuación, se presenta la **Matriz de evaluación de impactos ambientales** con la evaluación final de cada impacto ambiental generando en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.

Impacto	Etapas	Importancia	Magnitud	Evaluación final
1. Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial	PS	27	16	43
	C	27	16	43
2. Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo	PS	24	12	36
	C	24	12	36
3. Contaminación del suelo por mal manejo de residuos	PS	27	16	43
	C	26	12	38
4. Pérdida de suelo	PS	37	22	59
	C	19	14	33
5. Modificación de las formas terrestres naturales de la superficie.	PS	27	16	43
6. Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo	PS	23	10	33
	C	23	10	33
7. Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión	PS	23	10	33
	C	23	10	33
8. Pérdida de cobertura vegetal	PS	37	22	59
9. Afectación de individuos de especies de fauna	PS	30	26	56
	C	27	10	37
	OM	27	10	37
10. Afectación en la distribución de la fauna	PS	30	26	56
	C	27	10	37
	OM	27	10	37
11. Pérdida de hábitats	PS	30	26	56
12. Alteración o modificación de los paisajes naturales.	PS	28	14	42
	C	27	10	37

Tabla V.8. Matriz de evaluación de impactos ambientales.



V.3.4.1 Significancia

Con base en la definición de *impacto ambiental significativo* del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (fracción IX del Artículo 3°), el cual dice

“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.”

A continuación, se acotan los rangos de valores finales de cada impacto ambiental para conocer la significancia de cada uno de ellos.

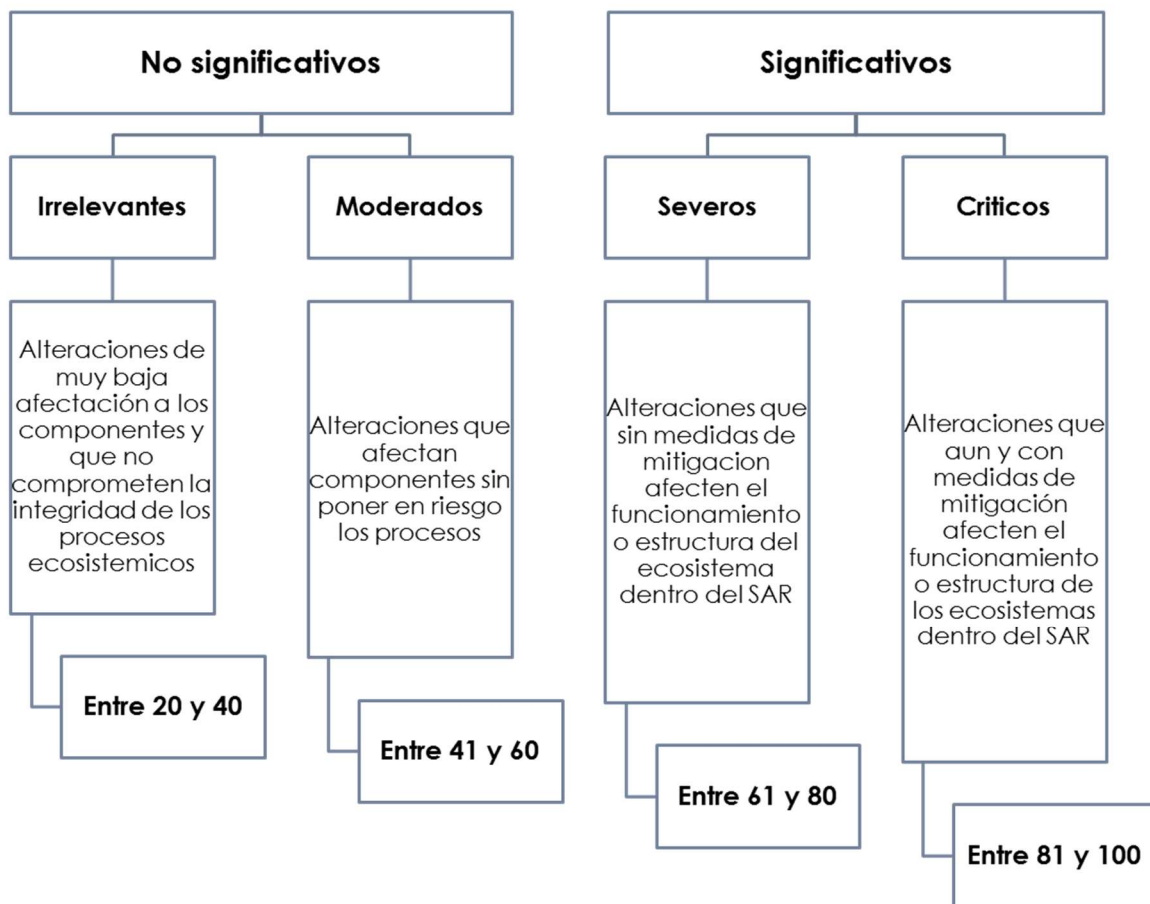


Figura V.6. Rangos de significancia.

A partir de lo antes expuesto se puede determinar la significancia de cada impacto ambiental, y así poder jerarquizarlos y conocer cuáles son los impactos tanto de mayor como de menor significancia en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto (ver siguiente tabla).



Impacto	Significancia por etapa		
	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
1. Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial	NS-M 43	NS-M 43	Sin impacto
2. Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo	NS-I 36	NS-I 36	Sin impacto
3. Contaminación del suelo por mal manejo de residuos	NS-M 43	NS-I 38	Sin impacto
4. Pérdida de suelo	NS-M 59	NS-I 33	Sin impacto
5. Modificación de las formas terrestres naturales de la superficie.	NS-M 43	Sin impacto	Sin impacto
6. Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo	NS-I 33	NS-I 33	Sin impacto
7. Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión	NS-I 33	NS-I 33	Sin impacto
8. Pérdida de cobertura vegetal	NS-M 59	Sin impacto	Sin impacto
9. Afectación de individuos de especies de fauna	NS-M 56	NS-I 37	NS-I 37
10. Afectación en la distribución de la fauna	NS-M 57	NS-I 37	NS-I 37
11. Pérdida de hábitats	NS-M 56	Sin impacto	Sin impacto
12. Alteración o modificación de los paisajes naturales.	NS-M 42	NS-I 37	Sin impacto

Tabla V.9. Significancia de los impactos ambientales.

Donde:

Impacto

No hay impacto

No significativo irrelevantes:

No significativo moderados:

Significativo severo:

Significativo crítico:

Clave y código de color

Sin impacto

NS-I

NS-M

S-S

S-C



ETAPA / Significancia	PREPARACION DEL SITIO Impacto ambiental	CONSTRUCCION Impacto ambiental	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Impacto ambiental
Significativo crítico	-No hay	-No hay	-No hay
Significativo severo	-No hay	-No hay	-No hay
No significativo moderados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial 2. Contaminación del suelo por mal manejo de residuos 3. Pérdida de suelo 4. Modificación de las formas terrestres naturales de la superficie. 5. Pérdida de cobertura vegetal 6. Afectación de individuos de especies de fauna 7. Afectación en la distribución de la fauna" 8. Pérdida de hábitats 9. Alteración o modificación de los paisajes naturales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial 	-No hay
No significativo irrelevantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo 2. Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo 3. Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo 2. Contaminación del suelo por mal manejo de residuos 3. Pérdida de suelo 4. Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Afectación de individuos de especies de fauna 2. Afectación en la distribución de la fauna"



ETAPA / Significancia	PREPARACION DEL SITIO Impacto ambiental	CONSTRUCCION Impacto ambiental	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Impacto ambiental
		5. Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión 6. Afectación de individuos de especies de fauna 7. Afectación en la distribución de la fauna" 8. Alteración o modificación de los paisajes naturales.	
Total	12	9	2

Tabla V.10. Impactos ambientales de acuerdo con su significancia e impacto

De acuerdo con la tabla anterior, para la etapa de preparación del sitio se identificaron 12 impactos, de los cuales nueve impactos se caracterizan como no significativos- moderados y 3 como no significativos irrelevantes. Para la etapa de construcción se identificaron ocho impactos no significativos irrelevantes y solo uno no significativo moderados, mientras que para la etapa de Operación solo se identificaron dos impactos no significativos irrelevantes. A partir de estos resultados, podemos concluir que la mayor parte de los impactos ambientales que tendrá el proyecto se llevaran a cabo durante las etapas de preparación del sitio y construcción.



V.4 Análisis de Impactos acumulativos y residuales

V.4.1 Impactos acumulativos

El Artículo 3°, fracción VII del REIA, describe a un impacto ambiental acumulativo como: el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la "línea base" originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de fenómenos naturales u otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto va a interactuar. En el Capítulo IV se realizó el análisis de los componentes y procesos abióticos y bióticos para poder concluir en el diagnóstico ambiental del SAR, esto representa la "línea base".

En este análisis, el criterio principal para conocer si un impacto es acumulativo o no, es que el mismo tipo de impacto ambiental se haya o sé este dando actualmente como consecuencia de las actividades y/o proyectos que se encuentran **dentro del SAR y áreas contiguas al proyecto** que se está presentando a evaluación.

V.4.1.1 Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del SAR

Para poder realizar la identificación de los efectos e impactos acumulativos que generará el proyecto dentro del SAR, primeramente, se establecen categorías de proyectos y/o actividades, previas y ajenas a éste, y que pudieron causar alguna afectación a los componentes del medio ambiente.

Como se ha mencionado con anterioridad, dentro del SAR existen diversos usos de suelo, predominando las actividades agrícolas y los asentamientos humanos (a estos llamaremos obras y actividades anteriores o previas al desarrollo del proyecto) que han ido modificando y/o afectando los componentes ambientales.

Asentamientos urbanos: dentro de esta categoría se presentan todas las obras que se realizan para un centro urbano, como sería vivienda, carreteras, infraestructura y equipamiento. Las principales afectaciones son la reducción de cobertura vegetal para la construcción de dichas obras y la alteración a la calidad del suelo por la compactación del suelo y el desplante de infraestructura.

Agro sistemas: Aquí se engloba los campos de agricultura, canales de desvío para riego. Las principales afectaciones que ocasionan son la reducción la cobertura vegetal original para la creación de los campos de agricultura, la alteración de la calidad de suelo por los cultivos, la modificación del patrón hidrológico por la canalización de los escurrimientos para el riego de los campos de agricultura.

Estas afectaciones también generan, en cadena, la afectación del hábitat y por lo tanto la afectación a los individuos de fauna que ahí habitaba. Con esta información primeramente se realizó la



siguiente matriz, en la cual se identifican los impactos ya producidos por obras y actividades existentes y los que podría causar el proyecto.

Componentes ambientales	Factor	Impacto Ambiental	Asentamientos urbanos	Agro sistemas	Proyecto
Agua	Hidrología superficial	1. Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial	✓	✓	✓
	Hidrología subterránea	2. Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo	✓	✓	✓
Suelo	Calidad	3. Contaminación del suelo por mal manejo de residuos	-	✓	-
	Erosión	4. Pérdida de suelo	✓	✓	✓
	Relieve	5. Modificación de las formas terrestres naturales de la superficie.	✓	✓	✓
Aire	Confort sonoro	6. Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo	✓	-	✓
	Calidad	7. Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión	✓	-	✓
Flora	Cobertura vegetal	8. Pérdida de cobertura vegetal	✓	✓	✓
Fauna	Individuos de especies de fauna	9. Afectación de individuos de especies de fauna	✓	✓	✓
	Distribución de la fauna	10. Afectación en la distribución de la fauna	✓	✓	✓
Ecosistemas	Hábitats	11. Pérdida de hábitats	✓	✓	✓
Paisaje	Calidad visual	12. Alteración o modificación de los paisajes naturales.	✓	✓	✓

Tabla V.11. Matriz de identificación de impactos por obras y actividades anteriores.



V.4.2 Identificación de impactos acumulativos del proyecto

Derivado de la **Matriz de identificación de impactos por obras y actividades anteriores**, se identifica que todos los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto son acumulativos (ver siguiente tabla), por lo que en el Atributo de Acumulación (AC) de la **Matriz de evaluación de la Importancia y Magnitud de impactos ambientales** se evalúa con el **valor más alto (5)**.

Impacto acumulativo	Atributo de acumulación (AC)
1. Hidrología superficial	5
2. Hidrología subterránea	5
3. Calidad	5
4. Erosión	5
5. Relieve	5
6. Confort sonoro	5
7. Calidad	5
8. Cobertura vegetal	5
9. Individuos de especies de fauna	5
10. Distribución de la fauna	5
11. Hábitats	5
12. Calidad visual	5

Tabla V.12. Impactos acumulativos del proyecto.

Sin embargo, no todos los impactos son significativos y algunos de ellos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación. Por lo que, de acuerdo con el análisis anterior, podemos concluir que los impactos ambientales acumulativos de mayor relevancia que generará el proyecto son los que tienen la valoración de significativos, sin embargo, **el proyecto no generará impactos ambientales significativos**.

V.4.3 Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su significancia.

Sin embargo, invariablemente, existen impactos ambientales cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales. Así también el REIA en su Artículo 3°, fracción X, describe a un impacto residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente.



Para el caso del proyecto, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo en función del atributo de la Recuperabilidad (MC), y que hayan sido calificados con valor máximo (5); es decir, que los factores no podrán volver a su estado original aún con la aplicación de medidas. Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto no generará impactos ambientales residuales.

V.5 Descripción y análisis de los impactos ambientales

Una vez identificados los impactos ambientales y su significancia se procede a realizar la descripción y análisis de ellos. El análisis se presenta para cada impacto ambiental, describiendo los siguientes elementos:

- a) Impacto ambiental
- b) Medio, componente y factor afectado
- c) Significancia del impacto por etapa
- d) Etapas donde se producirá el impacto
- e) Descripción y justificación para dicha determinación

V.5.1 *Modificación de los patrones naturales del drenaje hidrológico superficial del proyecto*

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia	Causas que generan el impacto
Preparación del sitio	No significativo – moderado	Por posible alteración de los patrones hidrológicos e infiltración
Construcción	No significativo – moderado	
Operación y mantenimiento	No hay interacción	

Las actividades contempladas por el desarrollo del proyecto podrían afectar los procesos hidrológicos superficiales principalmente por las actividades de limpieza y nivelación del área del proyecto, lo cual puede producir una interrupción de los sistemas de drenaje natural superficiales, con posible disminución en la infiltración del recurso. Al respecto, cabe destacar que en la zona donde se ubicará el proyecto no se identificaron escurrimientos. **Con base en estos argumentos, el impacto de Modificación de los patrones naturales de la hidrología superficial del proyecto es considerado como NO SIGNIFICATIVO.**

V.5.2 *Modificación de los patrones naturales del drenaje hidrológico subterráneo del proyecto*

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia	Causas que generan el impacto
Preparación del sitio	No significativo – moderado	Posible disminución en el volumen de recarga del acuífero
Construcción	No significativo – moderado	
Operación y mantenimiento	No significativo – moderado	



En lo que se refiere al agua subterránea, la zona funcional de captación y recarga de los acuíferos en la cuenca donde se ubica el proyecto se realiza a partir de la escasa precipitación, por lo que depende de la estacionalidad e intensidad de la temporada de lluvias. El ingreso o zona de recarga es a través de la zona de lomeríos, por lo que se espera que el proyecto no genere una actividad que ejerza presión sobre la recarga de los recursos hídricos. **Con base en estos argumentos, el impacto de Modificación de los patrones naturales de drenaje es considerado como NO SIGNIFICATIVO.**

V.5.3 Contaminación del suelo por mal manejo de residuos

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia	Causas que generan el impacto
Preparación del sitio	NO SIGNIFICATIVO – MODERADO	Por contaminación debido al inadecuado manejo de residuos y compactación por el paso de maquinaria
Construcción	NO SIGNIFICATIVO – IRRELEVANTE	Por contaminación debido al inadecuado manejo de residuos
Operación y mantenimiento	No hay interacción	

Esta causa se generará durante la realización de las diferentes actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, ya que inevitablemente se generarán diferentes tipos de residuos sólidos y líquidos, y el indebido manejo de estos podría contaminar el suelo.

Por ejemplo, la maquinaria o equipo utilizado podría derramar accidentalmente hidrocarburos, o el deterioro de contenedores podría derramar los lixiviados de los residuos sólidos (Para un mayor detalle de los tipos de residuos generados por el proyecto ver Capítulo II y VII).

El uso de agroquímicos por las prácticas agrícolas, también han contaminado el suelo del SAR. Por lo que este impacto ambiental se adicionaría a los ya generados por el SAR, lo que significaría que sería acumulativo. Sin embargo, por la naturaleza del proyecto los tipos de residuos que se pudieran generar serían mínimos, además, con la aplicación adecuada de medidas de prevención y mitigación, el impacto puede evitarse o minimizarse. **Con base en estos argumentos, el impacto de contaminación del suelo por mal manejo de residuos es considerado como NO SIGNIFICATIVO.**

V.5.4 Pérdida de suelo

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia	Causas que generan el impacto
Preparación del sitio	NO SIGNIFICATIVO – MODERADO	Por actividades de limpieza del predio
Construcción	NO SIGNIFICATIVO – IRRELEVANTE	Por excavación de zanjas
Operación y mantenimiento	No hay interacción	No hay interacción



Las actividades de limpieza del predio en la etapa de preparación del sitio no solo implicarán la pérdida de cobertura vegetal, sino que también causará la pérdida de suelo ya que este queda expuesto, lo que representa un impacto ambiental.

En la etapa de construcción, se realizarán actividades de excavación del suelo para las zanjas que conducirán la red eléctrica de los paneles a la subestación, no obstante, las zanjas serán rellenadas con el material producto de la excavación, lo que garantiza que no sean introducidos materiales diferentes a los que se pueden encontrar en el área del proyecto.

Por otra parte, la pérdida del suelo también es resultado de la erosión que se presenta al quedarse el suelo desnudo; los efectos erosivos de tipo hídrico y eólico aumentan, ocasionando la pérdida de este. Esta descripción corresponde a todo el polígono de proyecto donde se realizará el emplazamiento de los paneles solares y caminos. Sin embargo, actualmente el área del proyecto tiene un uso de suelo agrícola, por lo que ya se presenta una pérdida de suelo en esta área.

Como se describió en el Capítulo IV, la calidad del suelo dentro del SAR y área de polígono del proyecto se ha alterado por las actividades que ocasionan degradación y erosión moderada como son la agricultura, sobrepastoreo y deforestación. Lo que ha declinado la fertilidad y reducido el contenido de la materia orgánica (ver Capítulo IV).

El impacto se considera como acumulativo debido a que en el SAR y área del polígono de proyecto se presentan actividades que han propiciado la pérdida y degradación del suelo, provocadas por actividades como son la agricultura, sobrepastoreo y la deforestación (ver Capítulo IV). **Con base en estos argumentos, el impacto de pérdida de suelo es considerado como NO SIGNIFICATIVO**

V.5.5 *Modificación de las formas terrestres naturales de la superficie.*

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia	Causas que generan el impacto
Preparación del sitio	NO SIGNIFICATIVO – MODERADO	Por obras de compactación y nivelación del proyecto
Construcción	No hay interacción	No hay interacción
Operación y mantenimiento	No hay interacción	No hay interacción

La modificación de las formas terrestres naturales de la superficie se generará por compactación y contaminación, por lo que se considera un impacto ambiental.

Este impacto se generará en la primera etapa del proyecto, derivado de las actividades de limpieza en el área del proyecto, ya que la compactación de suelo se presentará en las superficies donde: haya tránsito pesado de maquinaria y donde se colocarán los paneles. La compactación del suelo también reducirá la capacidad de infiltración de agua.



Hay que recordar que el área del proyecto se encuentra en una zona agrícola por lo que ya se presenta cierta compactación del suelo.

Como se describió en el Capítulo IV, la calidad del suelo dentro del SAR y área de polígono del proyecto se ha alterado por las actividades que ocasionan degradación y erosión moderada como son la agricultura, sobrepastoreo y deforestación. Lo que ha declinado la fertilidad y reducido el contenido de la materia orgánica (ver Capítulo IV). **Con base en estos argumentos, el impacto de Modificación de las formas terrestres naturales de la superficie es considerado como como NO SIGNIFICATIVO-Moderado**

V.5.6 Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia	Causas que generan el impacto
Preparación del sitio	NO SIGNIFICATIVO – IRRELEVANTE	Por el aumento de niveles de ruido ocasionado por el uso de maquinaria y equipo
Construcción	NO SIGNIFICATIVO – IRRELEVANTE	
Operación y mantenimiento	No hay interacción	No hay interacción

El aumento de decibeles en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto producirá una alteración al confort sonoro, lo que representa un impacto ambiental.

Cabe señalar que, en un día común, en espacios de vegetación se puede percibir un promedio de 15 a 20 dB, en zonas agrícolas de 30 a 35 dB, y en zonas suburbanas entre 35 y 45 dB, alcanzando de 80 y 120 dB por el uso de maquinaria.

Por lo que tomando en cuenta estos datos, y que el área del proyecto se encuentra en una zona agrícola, el ruido que pudiera ser generado por la maquinaria y el personal no implica un impacto relevante. Aunado a esto, las actividades y equipos se desarrollarán en un espacio abierto donde será factible que el ruido pueda dispersarse siendo puntual el impacto.

Además, es importante mencionar que la generación de ruido solo se producirá en días y horarios laborales conforme a la NOM-081-SEMARNAT-1994, por lo que el impacto ambiental será temporal y por periodos cortos de tiempo.

Con base en estos argumentos, el impacto por el aumento de niveles de ruido en el ambiente es considerado como NO SIGNIFICATIVO.



V.5.7 Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia	Causas que generan el impacto
Preparación del sitio	NO SIGNIFICATIVO – IRRELEVANTE	Por emisión de polvo y gases de combustión por el uso de maquinaria y equipo
Construcción	NO SIGNIFICATIVO – IRRELEVANTE	
Operación y mantenimiento	No hay interacción	No hay interacción

Este impacto ambiental se ocasionará durante las diferentes actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, ya que será necesaria la utilización de maquinaria pesada la cual emite gases de combustión. Además, durante las actividades de corte, excavación de la zanja, relleno, compactación y nivelación, se generará la suspensión de partículas (polvo).

No obstante, se toma en cuenta que las fuentes que generarán este impacto serán puntuales y temporales (maquinaria/equipo), ya que solo se darán donde se encuentre la maquinaria y durante las horas laborales, apegándose a las normas aplicables en materia de gases de combustión; NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-043-SEMARNAT-1993, NOM-045-SEMARNAT-2006.

Además, las actividades se realizarán en un período de tiempo muy corto, o por periodos intermitentes, y se llevarán a cabo en un espacio abierto donde los gases de combustión y polvos se podrán dispersar rápidamente. **Con base en estos argumentos, el impacto de Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión es considerado como NO SIGNIFICATIVO.**

V.5.8 Pérdida de la cobertura vegetal

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia	Causas que generan el impacto
Preparación del sitio	NO SIGNIFICATIVO – MODERADO	Por actividades de limpieza del predio
Construcción	No hay interacción	No hay interacción
Operación y mantenimiento	No hay interacción	

La pérdida de cobertura vegetal se ocasionará en la etapa de preparación del sitio, por las actividades de limpieza en las superficies donde se emplazarán las obras permanentes y provisionales del proyecto, por lo que se considera un impacto ambiental.

Cabe mencionar que debido a la construcción de caminos internos no se permitirá el restablecimiento de vegetación en el periodo en que el proyecto esté en operación. En gran parte



del SAR y área del proyecto existen actividades agrícolas, lo que ha reducido gradualmente las superficies con vegetación natural.

Debido a que el proyecto considera la pérdida de cobertura vegetal en la etapa de preparación del sitio, esta se adicionaría a las demás actividades por lo que también se considera como un impacto acumulativo.

Con base en estos argumentos, el impacto de Pérdida de cobertura vegetal es considerado como NO SIGNIFICATIVO.

V.5.9 *Afectación de individuos de fauna y su distribución*

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia	Causas que generan el impacto
Preparación del sitio	NO SIGNIFICATIVO – MODERADO	Por actividades de limpieza del área del proyecto
Construcción	NO SIGNIFICATIVO – IRRELEVANTE	No hay interacción
Operación y mantenimiento	NO SIGNIFICATIVO – IRRELEVANTE	Por colisión y/o electrocutamiento en la línea de interconexión

El impacto ambiental se generará por dos causas diferentes: por las actividades de limpieza del predio donde se instalará el proyecto y por la operación de la línea de interconexión.

Por actividades de limpieza del predio. Las actividades de limpieza del predio en la etapa de preparación del sitio para el emplazamiento de obras permanentes y provisionales privan a la fauna de áreas de alimento y resguardo, aun siendo campos agrícolas, por lo que se verá obligada a trasladarse a otras zonas donde encuentre las características físicas y biológicas necesarias para su supervivencia.

Como se ha mencionado con anterioridad, el SAR, presenta diversas obras y actividades que ha ido afectando el hábitat de la fauna, (como son los campos agrícolas y las zonas urbanizadas), lo que lleva al desplazamiento de la fauna que alguna vez habitó en esos lugares. No obstante, los campos agrícolas son áreas que provén de condiciones para forrajeo y de alimentación para pequeños roedores, aves, y reptiles, por lo que algunas especies de fauna se puedan encontrar en estos lugares y verse afectados.

Se debe tomar en cuenta que con la limpieza del predio (para la instalación de paneles y construcción de caminos), el impacto se adicionaría a los demás impactos que han desplazado a la fauna, por lo que se considera como un impacto **acumulativo**.

Por colisión y/o electrocutamiento. En la etapa de operación y mantenimiento, la operación de la línea de interconexión podría provocar la colisión y/o electrocutamiento de individuos de aves. Sin embargo, ya sea en la etapa de preparación del sitio u operación, el impacto solo será puntual.



Tal como se analizó en el Capítulo IV, los resultados del trabajo de campo muestran que en el área del proyecto se registraron especies de reptiles, aves, y mamíferos, y conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se registraron especies de fauna con un algún estatus de sujeta a protección especial. Tomando en cuenta el listado de aves potenciales en el SAR, identificadas bibliográficas, tanto las especies enlistadas en la norma, como las que no se encuentran en ella, no son endémicas y su distribución es amplia, lo que indica que no se restringe exclusivamente al área del proyecto o SAR.

Con base en estos argumentos, el impacto de Afectación a individuos de fauna y su distribución es considerado como NO SIGNIFICATIVO.

V.5.10 *Modificación del hábitat*

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia	Causas que generan el impacto
Preparación del sitio	NO SIGNIFICATIVO – MODERADO	Por actividades de limpieza del predio
Construcción	No hay interacción	No hay interacción
Operación y mantenimiento	No hay interacción	

Las actividades de limpieza del predio durante la etapa de preparación del sitio para la instalación de obras (paneles solares, caminos, zanjas para el cableado) y línea de interconexión, inherentemente afectará el hábitat, ya que se modifican las condiciones y características físicas y biológicas necesarias para la supervivencia y reproducción de las especies de fauna, por lo que se considera un impacto ambiental.

No obstante, como ya se mencionó, gran parte de la superficie del SAR y área de proyecto se desarrollan actividades agrícolas, y la vegetación existente corresponde a individuos aislados que fungen como cercos vivos. La agricultura ha reducido la superficie con vegetación natural, hacia la zona alta del SAR, esto también ha causado que el hábitat natural para la fauna se vaya reduciendo.

El desarrollo del proyecto se adicionaría a las demás actividades que ha ido afectando el hábitat, por lo que se considera como un impacto acumulativo. **Por lo que, con base en estos argumentos, el impacto de Afectación al hábitat es considerado como NO SIGNIFICATIVO.**



V.5.11 Modificación del paisaje

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia	Causas que generan el impacto
Preparación del sitio	NO SIGNIFICATIVO – MODERADO	Por actividades de limpieza en el predio
Construcción	NO SIGNIFICATIVO – MODERADO	Por la construcción del proyecto
Operación y mantenimiento	No hay interacción	No hay interacción

Las actividades de limpieza del predio para la instalación de paneles, la construcción de obras y la instalación de la línea de interconexión en el derecho de vía del camino de acceso, ocasionarán la modificación del paisaje, que es considerado un impacto ambiental.

Este impacto ambiental iniciará en la etapa de preparación del sitio, al momento de realizar las actividades de limpieza del predio para el emplazamiento de los paneles y demás obras del proyecto. Aquí se notará la eliminación de texturas y colores representativos de la vegetación y campos agrícolas, para la introducción de elementos (paneles) que denotan cierta artificialidad (líneas rectas, regularidad de gomas geométricas, simétricas, etc.).

Aunado a lo descrito anteriormente, hay que tomar en cuenta que el paisaje del SAR y la superficie donde se emplazará el proyecto, está definido como un paisaje agrícola. Lo que indica que el paisaje natural, representado principalmente por la presencia de vegetación, se ha ido reduciendo por los campos agrícolas, convirtiéndolo en un paisaje antrópico, por lo que se considera como un impacto acumulativo. Por otra parte, los paneles y demás obras del proyecto se mantendrán en el sitio durante la etapa de operación del proyecto, quedándose como un paisaje antrópico. **Con base en estos argumentos, el impacto de Modificación el paisaje natural es considerado como NO SIGNIFICATIVO.**

V.6 CONCLUSIONES

En el presente capítulo, se estima que el proyecto ocasionará en lo general una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa. No obstante, considerando los resultados de los análisis, se identificaron que todos los impactos ambientales serán no significativos en las tres etapas del proyecto, por lo que los procesos ambientales, componentes y factores que conforman actualmente el SAR no se pondrán en peligro.

Por lo tanto, recapitulando lo anterior, se puede concluir con los siguientes puntos:

1. En las etapas de preparación del sitio del proyecto y construcción serán donde se generarán la mayoría de los impactos ambientales, mientras que en la etapa operación y mantenimiento se reducen la cantidad de impactos generados, así como su significancia. **El proyecto no generará ningún impacto significativo.**
2. La pérdida de cobertura vegetal conlleva otros impactos ambientales como son la pérdida de suelo, la modificación del hábitat, la afectación de individuos de fauna y la modificación al



paisaje. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que la mayor superficie donde se emplazará el proyecto ha sido modificada por los campos agrícolas existentes, por lo que el desarrollo del proyecto no pone en riesgo la integridad y funcionalidad ecosistémica del SAR.

3. El impacto de alteración a la calidad del suelo y alteración a la calidad del agua superficial, que se pudiera ocasionar por el manejo inadecuado de los diferentes tipos de residuos a generar en las distintas etapas del proyecto, será mínimo, además de que, con la adecuada implementación de las medidas de prevención y mitigación, el impacto podrá reducirse aún más.
4. Los impactos de alteración al confort sonoro y contaminación atmosférica serán mínimos, ya que las fuentes que los generarán se encontrarán en espacios abiertos que permitirán la dispersión de polvos y ruido, además que estos impactos ambientales solo se darán temporalmente. Por lo que no se podría en peligro la calidad de la atmósfera ni el confort sonoro.
5. Cada uno de los impactos ambientales identificados por el desarrollo del proyecto, afectarán algún componente ambiental del SAR. Sin embargo, de acuerdo con la evaluación hecha en el presente capítulo, ningún impacto ambiental pone en riesgo el funcionamiento y estructura del medio ambiente dentro del SAR
6. Todos los impactos ambientales identificados son acumulativos debido a que en los alrededores del área del proyecto existen diversas actividades antrópicas que han modificado el medio ambiente.

Adicionalmente se establecen las medidas necesarias para prevenir, mitigar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto (ver Capítulo VI), cuya ejecución permitirá disminuir la cantidad de impactos ambientales.



VI

**ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES,
ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

CONTENIDO

VI.	ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	3
VI.1	IMPACTOS GENERADOS	5
VI.2	SISTEMA DE MANEJO Y GESTIÓN AMBIENTAL (SMGA).	5
VI.3	PROGRAMA DE SUPERVISIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL.....	7
VI.3.1	Supervisión y vigilancia de las obras y actividades del proyecto	8
VI.3.2	Medidas aplicables a Suelo.	10
VI.3.3	Medidas aplicables a Atmosfera	10
VI.3.4	Medidas aplicables a Flora	11
VI.3.5	Medidas aplicables a paisaje.....	11
VI.3.6	Verificación de la observancia de las obligaciones establecidas.	11
VI.3.7	Indicadores de cumplimiento del Programa.....	11
VI.4	PROGRAMA DE DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	11
VI.4.1	Metas.....	12
VI.4.2	Estrategias	12
VI.4.3	Acciones de Educación y capacitación ambiental.....	12
VI.4.4	Claves estratégicas de control de impactos ocasionados por los trabajadores.....	13
VI.4.5	Monitoreo	13
VI.4.6	Implantación de Señalamientos.....	13
VI.4.7	Indicadores.....	14
VI.5	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	14
VI.5.1	Objetivos	14
VI.5.2	Especies que considerar el subprograma.....	15
VI.5.3	Actividades	16
VI.5.4	Indicadores de desempeño y evaluación.....	20
VI.5.5	Capacitación del personal	21
VI.6	PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS.....	21
VI.6.1	Impactos Ambientales que atenderá	22
VI.6.2	Subprograma de Manejo Residuos Sólidos.....	22



VI.6.3	Fase Interna.....	23
VI.6.4	Acciones a considerar en el manejo de residuos	24
VI.6.5	Recolección interna y almacenamiento temporal.	25
VI.6.6	Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.	25
VI.6.7	Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos.....	25
VI.6.8	Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.	26

TABLAS

Tabla VI.1.	Tipos de medidas de mitigación.....	3
Tabla VI. 2.	Impactos ambientales identificados en las diferentes etapas del proyecto.....	5
Tabla VI.3.	Relación de Programas e Impactos atendidos por el Proyecto.....	7
Tabla VI.4.	Especies identificadas en los muestreos del área del proyecto.....	15
Tabla VI. 5.	Tipos, fuentes de origen y manejo de residuos sólidos que potencialmente pueden ser generados en el proyecto.....	24

FIGURAS

Figura VI.1.	Estructura del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental	6
Figura VI.2.	Escala porcentual del índice de supervivencia.....	21
Figura VI.3.	Subprogramas que conforman el Programa de Manejo Integral de Residuos.....	22
Figura VI.4.	Diagrama de Manejo de Residuos Sólidos.....	23



VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

A partir de los impactos ambientales identificados en el capítulo anterior, se presenta a continuación un análisis de los factores ambientales (flora, fauna, hidrología superficial, hidrología subterránea, suelo, aire, paisaje, entre otros) que se verán implicados por la ejecución del proyecto, con la finalidad de presentar las estrategias de prevención y mitigación que encaminen a que la afectación no sea significativa; así como evitar o minimizar los impactos ambientales negativos en favor de la conservación del ecosistema.

De acuerdo con la legislación ambiental las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. En la siguiente tabla se describen los diferentes tipos de medidas de mitigación.

TIPO DE MEDIDA	OBJETIVO	TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN
Prevención	Realizar actividades preventivas o evitar realizar acciones que puedan resultar en impactos negativos sobre los componentes ambientales.	Anterior a la ejecución de la actividad que puede generar el impacto.
Mitigación	Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto negativo sobre algún componente ambiental	Anterior, durante y posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto.
Control	Asegurar el cumplimiento de las acciones para prevenir o minimizar los impactos sobre algún componente ambiental.	Durante la ejecución de la actividad y posterior a ella, hasta lograr el objetivo
Compensación o Restauración	Compensar o restaurar los impactos negativos a través de acciones enfocadas a la remediación de algún componente ambiental afectado por las actividades propias del proyecto	Posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto, con el fin de restituir en lo posible las condiciones originales.

Tabla VI.1. Tipos de medidas de mitigación.

Este capítulo, incluye la aplicación del Programa de Manejo Ambiental, el cual incluye actividades y medidas encaminadas principalmente a evitar que los efectos directos que se pudieran causar por la ejecución del proyecto originen alteraciones negativas irreversibles que pongan en riesgo al ambiente y a las poblaciones aledañas.

De acuerdo con el Capítulo V, se asume el hecho que, identificados los impactos ambientales relevantes, se deben definir las medidas que permitirán la mitigación, prevención, o compensación de estos.



Para ello se ha diseñado un instrumento que, además de atender en conjunto las medidas solicitadas, permite visualizar el enfoque integral en la atención de los efectos negativos al ambiente bajo objetivos Regionales.

Por lo anterior se llevará a cabo la implementación de un **Sistema de Gestión y Manejo Ambiental (SGMA)** como un instrumento, en el que establecen los siguientes objetivos:

- Implementar medidas para prevenir y mitigar los impactos, comprometidas en la presente MIA-R, para prevenir, mitigar y restaurar según sea el caso, los posibles efectos derivados de los impactos ambientales relevantes y potenciales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto, en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales.
- Implementar acciones que permitan dar atención y cumplimiento estricto a los términos y condicionantes que la SEMARNAT imponga en el caso de autorizarlo.
- Verificar el estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.

Con lo anterior, se pretende que las medidas propuestas se encuentren orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que se pretenden aprovechar, de forma tal que se cumpla con lo solicitado en el artículo 44 del Reglamento en la Materia de Evaluación de Impacto Ambiental de la LGEEPA, respecto a:

"Artículo 44.- Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:

I. 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 afectación;

*II. **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***

III. 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."

Aunado a las medidas propuestas en la presente MIA-R, el proyecto estará sujeto en caso de ser autorizado en materia de impacto ambiental, a las medidas adicionales que sean establecidas en la resolución positiva emitida por la autoridad competente.



VI.1 IMPACTOS GENERADOS

Como se demostró en el capítulo anterior, los impactos generados por el proyecto son los siguientes:

Componentes ambientales	Factor	Impacto Ambiental
Agua	Hidrología superficial	1. Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial
	Hidrología subterránea	2. Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo
Suelo	Calidad	3. Contaminación del suelo por mal manejo de residuos
	Erosión	4. Pérdida de suelo
	Relieve	5. Modificación de las formas terrestres naturales de la superficie.
Aire	Confort sonoro	6. Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo
	Calidad	7. Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión
Flora	Cobertura vegetal	8. Pérdida de cobertura vegetal
Fauna	Individuos de especies de fauna	9. Afectación de individuos de especies de fauna
	Distribución de la fauna	10. Afectación en la distribución de la fauna
Ecosistemas	Hábitats	11. Pérdida de hábitats
Paisaje	Calidad visual	12. Alteración o modificación de los paisajes naturales.

Tabla VI. 2. Impactos ambientales identificados en las diferentes etapas del proyecto.

VI.2 SISTEMA DE MANEJO Y GESTIÓN AMBIENTAL (SMGA).

Las acciones de mitigación son diseñadas para moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos adversos que la realización o desarrollo de un proyecto Regional pueda generar sobre el entorno. Además, la mitigación puede contribuir a restituir uno o más componentes o factores del medio, a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado.

En el caso de no ser posible, se restablecerán al menos las propiedades básicas iniciales. Bajo este contexto el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) se encuentra estructurado por un programa general tal y como se establece en la siguiente figura.



Figura VI.1. Estructura del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental

Impacto Ambiental	Programas que contemplados por el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental			
	Programa de Supervisión y Gestión Ambiental	Programa de Difusión y Educación Ambiental	Programa de Manejo Integral de Fauna	Programa de Manejo Integral de Residuos
1. Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial	X			
2. Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo	X			X
3. Contaminación del suelo por mal manejo de residuos		X		X
4. Pérdida de suelo	X			
5. Modificación de las formas terrestres naturales de la superficie.	X			



Impacto Ambiental	Programas que contemplados por el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental			
	Programa de Supervisión y Gestión Ambiental	Programa de Difusión y Educación Ambiental	Programa de Manejo Integral de Fauna	Programa de Manejo Integral de Residuos
6. Por el aumento de niveles de ruido en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo	X			X
7. Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión	X			
8. Pérdida de cobertura vegetal	X			
9. Afectación de individuos de especies de fauna		X	X	
10. Afectación en la distribución de la fauna		X	X	
11. Pérdida de hábitats	X		X	
12. Alteración o modificación de los paisajes naturales.	X			

Tabla VI.3. Relación de Programas e Impactos atendidos por el Proyecto.

A continuación se presentan los distintos programas diseñados para la atención de los posibles impactos ambientales que se pudieran generar durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, los cuales incluyen las medidas de prevención, mitigación y compensación de manera que se garantice la no afectación ambiental, manteniendo los impactos en niveles tales que no pongan en riesgo la integridad de los ecosistemas, hecho que deberá ser demostrado a través de la vida útil del proyecto, mediante las acciones de monitoreo de la eficacia ambiental de cada programa.

VI.3 PROGRAMA DE SUPERVISIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL

El Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSGA) a implementar para el proyecto constituye la herramienta principal del SMGA y tiene como objetivo primordial orientar y coordinar las acciones previstas para el cumplimiento de obligaciones aplicables, así como las medidas establecidas en el presente capítulo y de las que establezca la autoridad, así como las acciones voluntarias en protección y conservación de los ecosistemas involucrados.



Por esta razón el logro de las metas de todos los demás programas y subprogramas es verificado de manera sistemática a través del PSGA para confirmar su congruencia con el cumplimiento de los objetivos ambientales del proyecto. Las metas principales que contempla la implementación de este Programa son las siguientes:

- a) Verificar el cumplimiento de todas las obligaciones ambientales del proyecto en sus diversas etapas de implementación, incluyendo: 1) Los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga en la autorización correspondiente en caso de ser afirmativa; y 2) La legislación y normatividad ambiental aplicable.
- b) Verificar el cumplimiento de todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y/o compensación propuestas en la presente MIA-R, y que de manera voluntaria se han diseñado a fin de atenuar los posibles impactos adversos ambientales que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto.
- c) Integrar la información y las comprobaciones documentales necesarias para informar periódicamente a la Delegaciones en el Estado de Zacatecas de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), sobre el cumplimiento de las obligaciones ambientales y el desempeño ambiental del proyecto entregando copias del mismo en la oficinas centrales de la PROFEPA y en la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT.

Para el cumplimiento de las metas antes referidas se establecerán estrategias e indicadores como a continuación se citan:

1. Supervisión y vigilancia del correcto cumplimiento de las actividades del proyecto.
2. Verificación de la observancia de las obligaciones establecidas.
3. Indicadores de cumplimiento del Programa.

VI.3.1 Supervisión y vigilancia de las obras y actividades del proyecto

Para hacer efectiva y constatar la toma de las precauciones en materia medioambiental, que la obra requiere y en este estudio se presentan, será necesaria la presencia de un supervisor ambiental, que se familiarizará con el proyecto y todas sus actividades además de las condiciones que presenta la zona donde se asentará; esto beneficiará el aspecto de tomas de decisiones referentes a la incorporación de dicho proyecto en el medio.

En el aspecto referente al personal que laborara en la obra, el supervisor ambiental, vigilara que dicho personal cumpla con las medidas generales de mitigación y además que no incurra en actividades que puedan dañar las características ecológicas o las condiciones de seguridad de donde se esté laborando.

En cuanto a las actividades de la obra, el supervisor se enfocará a verificar que las medidas de mitigación, aquí propuestas, sean aplicadas correctamente y a tiempo

También se propone identificar en términos verificables que no se está rebasando el impacto ambiental previsto y aplicar medidas complementarias para reducirlo hasta donde sea posible.



Con base en dichos acuerdos previos, en cada etapa se revisará directamente en campo y de manera periódica las zonas de operación, así como las actividades regulares de mantenimiento y extraordinarias relacionadas con objeto de:

- Observar el cumplimiento de obligaciones por parte de los actores involucrados en las etapas;
- Supervisar la implementación de las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales previstos para cada etapa;
- Coordinar la ejecución los Programas de Gestión y Manejo Ambiental.

Dar seguimiento al estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del predio partiendo como línea base la información contenida en esta MIA-R.

Para que las actividades a realizar en el proyecto se lleven a cabo de buena manera será necesario la elaboración por parte del contratista y difusión a los trabajadores de la obra, de un reglamento el cual como mínimo incluirá los siguientes puntos:

- Contar con un programa o plan de contingencia. Las prioridades de seguridad y salvaguarda seguirán el siguiente esquema inalterable:
 - Primero:** Se priorizará siempre la seguridad y bienestar de la vida humana.
 - Segundo:** Se considerará la seguridad y bienestar del medio ambiente.
 - Tercero:** Se considerará la seguridad de maquinaria, vehículos, edificios y obras.
- Deberá contarse con un programa de mantenimiento de la maquinaria y vehículos utilizados en la obra.
- Deberá proporcionarse al total del personal presente en obra, la capacitación correspondiente al cumplimiento de las obligaciones en de seguridad, higiene y materia ambiental.

Con el fin de asegurar el cumplimiento de las actividades previamente mencionadas es necesario establecer estrategias de control algunas de las cuales se enlistan a continuación:

- **Vigilancia.** La presencia de personal de vigilancia permite regular la supervisión de las actividades.
- **Imposición de sanciones.** El personal del proyecto son los principales contactos de los trabajadores, a medida que éstos realicen conductas indeseadas en torno al cuidado del ambiente o a las disposiciones establecidas, deberán establecerse sanciones.
Es conveniente en el reglamento del proyecto establecer una tabla de sanciones donde se definan claramente las faltas administrativas
- **Capacitación de supervisores de obra.** Es importante mantener capacitación constante a los supervisores de obra, para proporcionar formación ambiental básica que reduzca los impactos ambientales de los trabajadores.
- **Distribución de folletos.** En ellos se puede tener un reglamento condensado del proyecto y la información básica, mapa y servicios generales.

Esta información también puede ayudar a reducir la incidencia de conductas indeseables y proporcionar información clave que ayude al entendimiento y formación de conciencia.



VI.3.2 Medidas aplicables a Suelo.

Se deberá identificar previo al inicio de los trabajos, aquellos procesos o actividades que por su naturaleza podrán dar origen a la generación de Residuos Peligrosos, realizando un listado de los mismos, una proyección de los agentes causante en la generación, y los tipos de residuos que darán origen conforme a lo establecido en la Norma Oficial aplicable para el caso.

a) Realizar cambios de aceite y cargas de combustible de la maquinaria solo en los sitios autorizados.

En los patios de maquinaria, y en superficies protegidas con lonas plásticas, para que posibles fugas y flujos se asienten sobre esta y no afecten al suelo.

b) Rescate de suelos orgánicos.

Las actividades de limpieza del predio corresponden al retiro de la capa superficial del suelo, dicha capa es la más fértil y en donde se asienta la vegetación que el suelo puede sostener.

Estos suelos una vez retirados son aprovechables, por lo que, no necesariamente representan un residuo de esta actividad, es posible su reutilización en sitios donde se necesite el saneamiento de los suelos en caso de revegetación de un sitio, como lo pueden ser los sitios donde se asentarán las obras provisionales, una vez retiradas estas obras o las zonas de escurrimientos que necesiten estabilizarse.

c) Descompactación y escarificación del suelo en sitios de obras provisionales.

Se deberá de realizar la escarificación y descompactación de los suelos en donde se asienten las obras provisionales, esto se realizará con medios mecánicos o manuales y servirá para la aireación del suelo y permitir que este pueda recuperar su capacidad de infiltración de agua y la capacidad de sustentación de vegetación.

Esta medida busca regenerar el sitio donde se asienten dichas obras y permitir su recuperación gradual, por medios naturales, asimilando las condiciones imperantes y naturales de la región.

VI.3.3 Medidas aplicables a Atmosfera

a) Afinación y mantenimiento periódico de vehículos y maquinaria que operen en los frentes de trabajo.

La maquinaria utilizada en las actividades para la implementación del proyecto deberá de contar con un mantenimiento continuo, esto para evitar la emisión de excesiva de vapores tóxicos.

b) Riego de la superficie del suelo.

Los movimientos de tierra, como lo son el acarreo de material se deberán de realizar humedeciendo la capa superficial de tierra, esto evitara la elevación de partículas de tierra a la atmosfera.

c) Evitar la quema de vegetación y trabajar en horario diurno.

Para evitar alteraciones sonoras al medio natural durante la noche se deberán de realizar todos los trabajos de construcción en horario diurno.



VI.3.4 Medidas aplicables a Flora

a) Limpieza del área del proyecto

Esta medida implica el retiro de la cobertura vegetal existente en el área del proyecto.

VI.3.5 Medidas aplicables a paisaje.

a) Trituración de material orgánico y almacenaje en sitios designados

De generarse residuos orgánicos de un tamaño mayor, estos deberán triturarse en un sitio destinado especialmente para esta actividad, esto con el fin de facilitar su manejo y propiciar mejor su disposición final. Entre más sencillo sea el manejo de estos residuos se facilitará su disposición y con ello el paisaje no verá alterada, mayormente su cuenca visual por la presencia de montículos con estos residuos.

b) Mezclado del concreto en lugares previamente destinados.

La preparación de la mezcla del concreto a implementarse en la construcción de las estructuras del proyecto deberá de realizarse en las áreas donde se encuentren instaladas las obras provisionales, y para su realización se deberá de cubrir el terreno con plástico, para evitar el derrame y solidificación de este en el suelo; manchones de concreto representan alteraciones en la naturalidad de los entornos y afectaciones en las cuencas visuales del sitio.

VI.3.6 Verificación de la observancia de las obligaciones establecidas.

En caso de ser autorizada la realización del proyecto en materia de impacto ambiental se propone la verificación directa del cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del proyecto establecidas en la resolución emitida por la SEMARNAT, incluyendo las medidas de mitigación que se contemplan en la presente MIA-R.

VI.3.7 Indicadores de cumplimiento del Programa.

- ✓ Reporte de las acciones cumplidas de acuerdo con lo establecido en la resolución emitida por la SEMARNAT,
- ✓ Número de reuniones de planificación con responsables de la operación y mantenimiento del proyecto. Lista de acuerdos y medidas concertadas.
- ✓ Número de inspecciones para supervisión de operación y para verificación del estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del predio.
- ✓ Informes periódicos a la PROFEPA y la DGIRA-SEMARNAT.
- ✓ Listas de chequeo de cumplimiento de obligaciones voluntarias por parte de los actores involucrados en las etapas e integración de la documentación oficial necesaria para comprobarlo.

VI.4 PROGRAMA DE DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

La educación y capacitación ambiental forman parte de una nueva tendencia que se intenta instaurar y promover en la sensibilización hacia el ambiente de los trabajadores que ejecutarán el proyecto en cada una de sus acciones. Lo cual lleva implícito la protección del medio ambiente.

El curso de concientización ambiental es un reforzamiento dirigido a todo el personal en donde se enfocará a la protección de la fauna y flora silvestre, la prevención de la contaminación de suelos



con residuos sólidos e hidrocarburos, el orden y limpieza de las áreas de trabajo, el manejo de los residuos, entre otros temas.

VI.4.1 Metas

Las metas principales que contempla la implementación de este Programa son las siguientes:

- ✓ Generar materiales de información sobre el valor ecológico, social, económico y cultural, los ecosistemas y recursos naturales del área del proyecto.
- ✓ Generar materiales de información sobre el manejo y uso sostenible de recursos naturales, así como la prevención de problemas de contaminación ambiental, y difundirlos apropiadamente entre empleados y usuarios, de acuerdo con la etapa de implementación que corresponda.
- ✓ Capacitar al personal del proyecto sobre la aplicación y cumplimiento de la normativa e instrumentos ambientales aplicables al caso.
- ✓ Informar al personal sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de la fuerza laboral del proyecto.
- ✓ Promover una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales del sitio del proyecto.

VI.4.2 Estrategias

Las principales estrategias previstas para alcanzar las metas son las siguientes:

- a) Diseño y distribución de material de información sobre ecosistemas y recursos naturales
- b) Establecimiento de acciones de actitud responsable
- c) Diseño e impartición de talleres y cursos de capacitación ambiental
- d) Implantación de Señalamientos.

VI.4.3 Acciones de Educación y capacitación ambiental

Todo el personal previo al inicio de su actividad, recibirá un curso de concientización ambiental en el cual se hará énfasis sobre la importancia que representa la clasificación y manejo de los residuos que sean generados, así como de la prevención de la contaminación por el manejo inadecuado de hidrocarburos, al personal involucrado en los trabajos de mantenimiento se le capacitará en la aplicación de estos procedimientos; asimismo, se asignará una copia de referencia de dichos procedimientos para que sean consultados en el sitio del proyecto.

- ✓ Respetar la zonificación establecida como sitio trabajo. Es importante mantenerse en los caminos y lugares establecidos, para evitar estropear la vegetación natural y con ello minimizar la potencial erosión del sitio.
- ✓ Respetar la señalización colaborando con la protección de los ecosistemas y recursos naturales.
- ✓ Respetar la propiedad pública y privada incluyendo las señales de uso y prohibición.
- ✓ Utilizar los recursos naturales, como el agua y la energía, con moderación
- ✓ Minimizar la generación de residuos, ya que son una fuente de contaminación. Es necesario generar menos residuos.
- ✓ No cazar ninguna especie de fauna.



- ✓ Seguir las indicaciones del personal del proyecto.
- ✓ Evitar acercarse a los animales silvestre.
- ✓ No coleccionar o dañar a la fauna.

VI.4.4 Claves estratégicas de control de impactos ocasionados por los trabajadores

Lo establecido en los apartados anteriores aporta los elementos indispensables para minimizar impactos al proyecto, sin embargo, en lo referente a los trabajadores es necesario aplicar estrategias operativas y administrativas de control.

A continuación, se enlistan algunas medidas y/o acciones al respecto:

- a) **Vigilancia.** La presencia de personal de vigilancia permite regular la supervisión de las actividades.
- b) **Imposición de sanciones.** El personal del proyecto son los principales contactos de los trabajadores, a medida que éstos realicen conductas indeseadas en torno al cuidado del ambiente o a las disposiciones establecidas, deberán establecerse sanciones.
Es conveniente en el reglamento del proyecto establecer una tabla de sanciones donde se definan claramente las faltas administrativas
- c) **Capacitación de supervisores de obra.** Es importante mantener capacitación constante a los supervisores de obra, para proporcionar formación ambiental básica que reduzca los impactos ambientales de los trabajadores.
- d) **Distribución de folletos.** En ellos se puede tener un reglamento condensado del proyecto y la información básica, mapa y servicios generales.
Esta información también puede ayudar a reducir la incidencia de conductas indeseables y proporcionar información clave que ayude al entendimiento y formación de conciencia

VI.4.5 Monitoreo

Se requiere diseñar una metodología para el establecimiento de indicadores, su medición y la definición de estándares de evaluación. Es deseable que el programa de monitoreo incluya una clasificación de impactos de trabajadores de tipo físico, biológico, social.

Es claro que desde la perspectiva del manejo ambiental sólo la medición del impacto ambiental debiera dar los elementos necesarios para la toma de decisiones; sin embargo, se requiere la medición de los indicadores. Al respecto, cabe destacar que los programas anteriormente descritos, han planteado una serie de indicadores de fácil medición y de carácter objetivo.

El proyecto, según sea el caso, tiene contemplado la aplicación de cualquiera de las siguientes medidas:

- ✓ Incrementar programas de capacitación.

VI.4.6 Implantación de Señalamientos.

Definir y generar un sistema integral de señalamientos para el proyecto, con énfasis en las áreas de conservación y áreas de trabajo, orientado para fines de restricción, prevención, protección de ecosistemas, así como de especies de fauna.



Los señalamientos deberán tener un enfoque prohibitivo o preventivo para caminos de obra y/o vialidades definitivas y que estén orientados a la aplicación de medidas preventivas y el mejor manejo de los ecosistemas y recursos, a colocar en frentes de trabajo, áreas de almacenes y vialidades principales.

Las figuras deberán representar elementos aplicables como modelos a seguir en el caso del proyecto.

VI.4.7 Indicadores

Para el cumplimiento de las metas antes referidas se establecerán estrategias e indicadores como a continuación se citan:

- a) Para el caso de la actividad relacionada con la educación ambiental, se establecerá cuestionarios donde se les solicitará al personal den comentarios acerca de la información ambiental que fue recibida. La cual irá en función del conocimiento ambiental de la zona antes de la plática y previo al ingreso al sitio del proyecto y el conocimiento ambiental de la zona después de la plática y del ingreso al sitio del proyecto.
- b) En el caso de evidenciar que no ha habido suficiente información acerca de las condiciones ambientales del área de estudio, se establecerán de manera inmediata acciones para fortalecer dicha información, como cursos, carteles, así como trípticos, lo cual permitirá reforzar más el conocimiento del sitio.
- c) Respecto a la implantación de señalamientos, se medirá a través de la relación de señalizaciones colocadas y fotos de ejemplificación.

VI.5 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

Los planes de rescate son una buena alternativa para el manejo de la fauna en situaciones de afectación. Sin embargo, dadas las características del sitio en primer término se proponen acciones alternativas a modo de inducir la migración espontánea de los individuos de especies afectados hacia áreas vecinas que no serán alteradas.

Con la finalidad de reducir el estrés de captura y la mortandad de animales se procederá a su reubicación lo más pronto posible después de realizado el rescate. Las acciones propuestas en este apartado deberán realizarse antes de la preparación del terreno, así como durante todas las etapas de construcción de este.

VI.5.1 Objetivos

- ✓ Minimizar el efecto de las actividades del proyecto sobre las especies de reptiles, anfibios, mamíferos y aves que actualmente se desarrollan en el área del proyecto.
- ✓ El rescate y reubicación de fauna tiene como objetivo identificar, rescatar y reubicar aquellos individuos que se encuentren dentro del área de ubicación de la obra.



VI.5.2 Especies que considerar el subprograma

De acuerdo a los resultados obtenidos para los diferentes grupo de fauna silvestre del SAR, el grupo de las aves cuenta con el mayor número de individuos registrados por grupo faunístico (95 individuos con una riqueza específica de 20 especies), seguido de los mamíferos (27 individuos con una riqueza específica de 7 especies) y por último los reptiles (26 individuos con una riqueza específica de 4 especies), los cuales cuentan con una diversidad media ($H' = 2.88$), ($H' = 1.79$) y baja ($H' = 1.13$), respectivamente.

De manera similar, de las 7 especies de mamíferos observadas en el SAR, solamente se obtuvo evidencia de la presencia de 4 dentro del área del proyecto. Dentro del área del proyecto se observaron numerosas madrigueras de *Mus musculus*, el cual es una plaga urbana y rural, y posiblemente sea la principal razón por la que depredadores de mediano tamaño crucen por el predio de forma esporádica, así como de la presencia de aves de presa.

Es importante mencionar que, durante el muestreo de fauna dentro del área del proyecto y SAR, no se registró ninguna especie registrada en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT 2010.

AVES	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero
2	<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí matraquita
3	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca grande
4	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín o llanero
5	<i>Caracara cheriway</i>	Carara
6	<i>Pipilofuscus</i>	Rascador pardo
7	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común
8	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común
9	<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho
10	<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero
11	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano
12	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón Verdugo
13	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño
14	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera
15	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo
16	<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita
17	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo
18	<i>Dendroica townsendi</i>	Verdin negriamarillo
19	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala Blanca
20	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota
MAMIFEROS	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Canis latrans</i>	Coyote
2	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de orejas negras
3	<i>Lynx rufus</i>	Lince
4	<i>Mus musculus</i>	Ratón
5	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón
6	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejito serrano
REPTILES	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de Árbol del Pacífico
2	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico Pinto del Noreste
3	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana
4	<i>Storeria storerioides</i>	Culebra Parda Mexicana

Tabla VI.4. Especies identificadas en los muestreos del área del proyecto.



Además de estas, se considerarán aquellas especies que por su lento desplazamiento permanezcan en el sitio aún después de las actividades de ahuyentamiento que se describen más adelante.

VI.5.3 Actividades

El programa de rescate de fauna se deberá llevar a cabo simultáneamente a las actividades de limpieza. Las brigadas de rescate de fauna deberán trabajar junto con el equipo de trabajo de construcción.

1. Delimitación del área

Para garantizar que no existirá perturbación a los grupos de fauna durante el desarrollo del proyecto, es importante que dentro de los trabajos preliminares y como actividad número uno se delimite físicamente el polígono sujeto a afectación, colocando señalamientos que prohíban estrictamente el deterioro de una superficie mayor, tanto de parte de los trabajadores de la obra como del personal encargado de la operación del relleno.

2. Acciones de ahuyentamiento

La primera medida que será adoptada con relación a la fauna en los predios será su "ahuyentamiento". El ahuyentamiento es una medida muy satisfactoria en comparación con un procedimiento de captura, registro y liberación posterior de ejemplares, que somete a los individuos a un elevado nivel de estrés, lo cual constituye un efecto indeseable tratándose de especies silvestres, pues se compromete su supervivencia.

El ahuyentamiento de fauna mediante sonidos (sirenas, palos, etc.) realizada minutos antes del ingreso de la maquinaria a las zonas de limpieza, ayudará a que los individuos de especies de rápido desplazamiento se puedan refugiar en zonas aledañas conservadas. Las especies que sean de lento desplazamiento y estén en etapas reproductivas (nidos) o se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010 y sean encontradas en el predio durante la preparación del terreno, estarán sujetas a las actividades de rescate que se detallan a continuación.

3. Ubicación de individuos sujetos a rescate

Previo al inicio de cualquier actividad se realizarán recorridos para ubicar a los individuos de especies de fauna que se permanezcan en el sitio aún después de las actividades de ahuyentamiento.

Durante esta actividad se anotarán las características del entorno del hábitat de los individuos localizados, tales como refugios, perchas, madrigueras, número de individuos, crías, huevos, ubicación georreferenciada del sitio, asociación vegetal, tipo de suelo, etc., el mayor número de elementos físico y ecológicos que nos permitan una mejor toma de decisiones para su reubicación si el caso fuera necesario, quedando todo bien documentado en su bitácora de campo.

Reptiles: El registro de las distintas especies de reptiles se realizará mediante transectos al azar en los diferentes tipos de vegetación presentes en la zona del proyecto. Se realizarán dos sesiones de muestreos diarias, de las 10:00 a las 12:00 hrs. y de las 16:00 a las 18:00 hrs.

Además, se realizarán algunos muestreos durante la noche, con el fin de detectar a los reptiles de actividad nocturna. Con la técnica de transectos se camina lentamente a través del área elegida, revisando troncos de árboles huecos y hendiduras, tocones, bajo troncos



caídos o piedras, entre la hojarasca, plantas epífitas, grietas, charcas temporales y permanentes, que constituyen los microhábitats potenciales de los reptiles.

Aves: Las observaciones y colecta de aves se efectuarán en los puntos de muestreo para cada tipo de vegetación o en su caso en puntos estratégicos. Para los avistamientos de aves se utilizarán binoculares con aumento de 10 x 50; mientras que, para la captura, se emplearán redes ornitológicas de 9 y 12 metros, tanto en la tarde como en la mañana.

Mamíferos: Con la técnica de transectos se camina lentamente a través del área elegida, revisando la presencia de madrigueras.

4. Captura de individuos

Una vez identificados los ejemplares que serán rescatados, se procederá a su captura para su posterior liberación en sitios seguros. Para los anfibios y reptiles se procederá a la captura manual directa y en el caso de especies peligrosas (serpientes) se realizará a través de pinzas o ganchos herpetológicos.

En el caso de las aves y mamíferos voladores, se emplearán redes de niebla para su captura e identificación. Se usarán trampas Sherman para la captura de mamíferos pequeños no voladores, como marsupiales pequeños, ratones y ratas, mientras que, para mamíferos de talla mediana y grande, en caso de existir, se emplearán trampas Tomahawk.

Reptiles: La colecta de los ejemplares se realizará directamente con la mano o con ayuda del gancho y/o pinzas herpetológico. En otros casos se registrará la presencia de las especies por métodos indirectos, tales como cadáveres, huesos, mudas, etc.

- a) La captura se realizará manualmente cuando sean pocos ejemplares de tamaño pequeño; en caso de que se encuentren muchos individuos será por medio de una red de cuchara con la finalidad de manipularlos con mayor facilidad y cuidado.
- b) Para la extracción y manipulación de ejemplares de tamaño grande se utilizará la manipulación directa con pinzas y ganchos herpetológicos.
- c) Una vez capturado el individuo se realizará la determinación taxonómica con ayuda de guías y claves de campo.
- d) Se colocará a los individuos capturados en bolsas de manta, para posteriormente ser liberados en algún sitio que no ponga en riesgo su supervivencia.
- e) Se tomarán los datos y evidencias de los rescates realizados en una bitácora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.



Aves: Se estima que las aves que habitan en la zona dentro del proyecto serán las menos afectadas, ya que tienden a huir ante la presencia de ruidos y actividad humana. La captura de aves sólo se considerará si existe la presencia de nidos activos. Dicha actividad se realiza con ayuda de redes de niebla y manipulación directa, como se describe a continuación:

- a) Se colocarán redes de niebla en los sitios con mayores probabilidades de capturar a las aves, tales como bordes de vegetación y de cuerpos de agua.
- b) Una vez capturado el individuo se realizará la determinación taxonómica con ayuda de guías y claves de campo
- c) Se colocará a los individuos capturados en bolsas de manta, para posteriormente ser liberados en algún sitio que no ponga en riesgo su supervivencia.
- d) Se tomarán los datos y evidencias de los rescates realizados en una bitácora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.

✓ **Nidos:** Durante los muestreos en el área del proyecto:

- a) De encontrarse nidos, éstos se rescatarán y se ubicarán en lugares estratégicos con hábitats similares. En caso de que se encuentren ocupados con huevos y/o polluelos, se capturarán para reubicarlos en un sitio alejado fuera del área de obras.
- b) Los nidos que se encuentren en estratos altos, medios y al ras de suelo dentro del predio del Proyecto y que deban ser reubicados, se buscará en la medida de lo posible que sean colocados en la misma posición y altura en la que se encontraban.
- c) Cuando los nidos contengan polluelos, cuando sea posible, se capturará a los progenitores junto con el nido, con la finalidad de que al remover el nido y colocarlo en otro sitio no sea abandonado por los padres.
- d) En el caso de polluelos con plumas que estén próximos a volar, se colocarán en jaulas y se les proporcionaran los cuidados necesarios para que sobrevivan, liberándolos a la brevedad cuando sean independientes.
- e) En todos los casos se registrarán los datos en una libreta de campo, se tomarán fotografías de evidencia y se efectuará su determinación taxonómica con ayuda de guías de campo.



Mamíferos: El registro de mamíferos dentro del área de proyecto se enfocará principalmente a mamíferos pequeños como roedores, dado que no se registró la presencia de mamíferos de talla grande en el predio.

La captura de mamíferos pequeños se realizará por medio de trampas Sherman que serán colocadas cerca de madrigueras y fuentes de agua.

Los procedimientos para rescatar y reubicar especies de mamíferos de talla pequeña y mediana se describen a continuación:

- ✓ Para las capturas se emplearán técnicas y métodos que eviten lastimar y estresar a los individuos que potencialmente se encuentren en el sitio.
- ✓ Se colocarán trampas en sitios estratégicos cerca de las madrigueras y veredas de paso de animales que se identifiquen a lo largo del trazo del ducto.
- ✓ Una vez extraídos o ahuyentados los animales de sus madrigueras, éstas serán cerradas, para evitar que los individuos que habitan en ellas regresen o sean utilizadas por otros, con el fin de evitar que puedan ser lastimados durante las distintas etapas del proyecto.
- ✓ Las especies de mamíferos rescatados se determinarán con ayuda de guías taxonómicas y de campo.
- ✓ Se tomarán los datos y evidencias de los rescates realizados en una bitácora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.
- **Madrigueras**
 - a) Se inspeccionarán sitios potenciales de madrigueras para verificar que no se encuentren individuos en su interior. En caso contrario se procederá al rescate y el cierre de la madriguera para evitar que los ejemplares regresen y puedan ser afectados por las obras.
 - b) Al encontrarse individuos o madrigueras durante la limpieza del terreno, se procederá al rescate de los organismos, teniendo cuidado durante la manipulación de las diferentes especies, empleando guantes de cuero para evitar lastimarlo o que pueda morder, especialmente con mamíferos pequeños.

5. Liberación de individuos rescatados

En caso de ser necesaria la captura de algún individuo, situación que se espera no se presente después de las incursiones a los predios para su ahuyentamiento, los individuos se reubicarán en las áreas con vegetación adyacentes al conjunto predial motivo de estudio, o en las áreas con



vegetación natural dentro de los mismos, en lugares resguardados por vegetación para evitar que sean depredados.

VI.5.4 Indicadores de desempeño y evaluación

Para el seguimiento del rescate y reubicación de la fauna, se utilizarán dos indicadores de éxito: **realización y seguimiento.**

- ✓ **Realización:** Cuantifica el número de rescates de fauna completados con respecto a los grupos faunísticos y a las distintas etapas de la obra.
- ✓ **Seguimiento:** Evalúa la eficiencia de las técnicas utilizadas para el rescate, en cuanto a la supervivencia de los individuos a las acciones de manejo y manipulación de los animales.

Entre las distintas medidas de la efectividad se encuentran:

- Número de ejemplares rescatados (por especie).
- Proporción de ejemplares capturados en relación con el total de ejemplares observados o densidades estimadas por especie.
- Área cubierta por el rescate y su relación con la superficie total del proyecto.
- Número de capturas en días sucesivos. A partir del rescate en días consecutivos se determina el número acumulado de capturas. Posteriormente se estima el nivel de saturación de capturas y se establece el número de ejemplares que ya han sido rescatados o ahuyentado de tal manera que se llegue a un porcentaje mayor de individuos rescatados
- Proporción de capturas en los diferentes períodos de muestreo; para rescates que constan de más de un período de captura.
- Número de especies y de ejemplares endémicos, amenazados y restringidos rescatados, conforme a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Condiciones de la estructura poblacional de las especies rescatadas: proporción de ejemplares infantiles, juveniles, adultos, machos, hembras.
- Número de ejemplares muertos como consecuencia de la captura y/o estrés en las condiciones de cautiverio temporal.



Para evaluar el cumplimiento de los objetivos del Plan de Rescate se usará el siguiente indicador de supervivencia:

$$\text{Índice de supervivencia} = MI/Mr$$

Es decir:

MI= Tamaño la población liberada

Mr= Tamaño de la población rescatada

De manera más formal este índice se define como:

$$\phi_t = \frac{\text{Tamaño de la población liberada}}{\text{Tamaño de la población rescatada}}$$

Dónde: ϕ_t = Probabilidad de supervivencia para el muestreo t

Esta formula puede representarse en porcentajes de la siguiente forma:

$$\phi_t = (100) \frac{MI}{Mr}$$

Para determinar el porcentaje de efectividad de supervivencia de las diferentes especies de vertebrados en los que se aplicará, se presenta la siguiente escala:

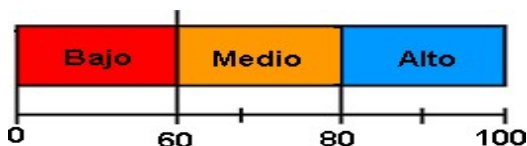


Figura VI.2. Escala porcentual del índice de supervivencia.

VI.5.5 Capacitación del personal

El personal que labore en el sitio del proyecto deberá recibir asesoría y capacitación sobre no coleccionar, cazar, trampear, azuzar o dañar especies de fauna silvestre; por otro lado, se permitirá la manipulación de las mismas, sólo en caso indispensable para la seguridad de los mismos trabajadores.

VI.6 PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS.

El presente programa busca proponer medidas que permitan el adecuado manejo de los residuos generados durante todas las etapas del proyecto, desde su diseño y construcción, hasta su operación. Los objetivos particulares son:

- ✓ Disminuir el riesgo de contaminación de suelo, agua y ecosistemas por residuos líquidos, sólidos y peligrosos.
- ✓ Reducir al máximo las fuentes generadoras de residuos líquidos, sólidos y peligrosos que pudieran amenazar la integridad física y funcional de los ecosistemas.



- ✓ Identificar y utilizar la mejor eco-tecnología e infraestructura sanitaria disponible para el tratamiento de aguas residuales.

VI.6.1 Impactos Ambientales que atenderá

En las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto serán generados necesariamente residuos líquidos, sólidos y peligrosos, tal y como se refiere en los Capítulos II y V de la presente MIA-R.

Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación, se deberán identificar los centros generadores de éstos y se deberán agrupar, según el tipo de residuo generado en diferentes clases: residuos sólidos, líquidos y peligrosos. En este contexto, el Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR) que se propone es el siguiente.

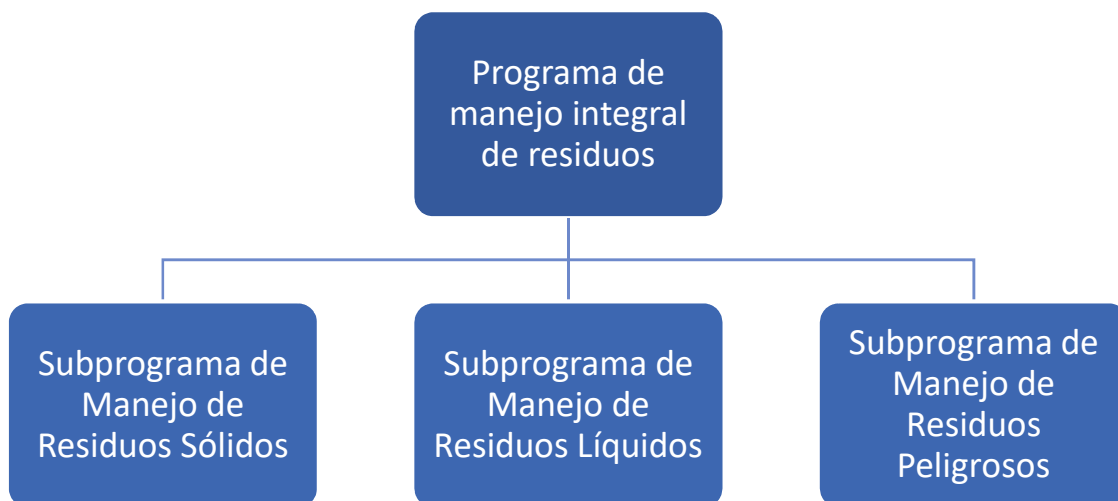


Figura VI.3. Subprogramas que conforman el Programa de Manejo Integral de Residuos.

VI.6.2 Subprograma de Manejo Residuos Sólidos.

El proyecto deberá manejar adecuadamente los desechos sólidos para evitar la contaminación al suelo y con ello que se afecten las áreas frágiles para el desarrollo de los procesos naturales de la zona, así como que se afecte negativamente la imagen del proyecto de ser una empresa limpia y respetuosa del medio ambiente.

El Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos considera una serie de acciones sistematizadas tal y como a continuación se presentan en la siguiente figura.



Figura VI.4. Diagrama de Manejo de Residuos Sólidos.

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

- ✓ Definir medidas para la reducción de fuentes de residuos sólidos.
- ✓ Definir estrategias para la separación, reutilización y reciclaje de materiales.
- ✓ Identificar los mejores métodos para la disposición temporal y final de residuos.

La estrategia prevista para alcanzar las metas y aplicar los criterios referidos se presentan a continuación.

VI.6.3 Fase Interna.

La fase interna del manejo de residuos contempla las actividades de identificación, separación, envasado, recolección y almacenamiento temporal.

Identificación previa, separación y envasado.

Los diferentes tipos de residuos sólidos que se prevé que serán generados durante los procesos constructivos y operativos del proyecto, deberán ser identificados, separados y colocados en los contenedores con su respectiva etiqueta lo cual posibilitará su separación.

Posteriormente se dará un manejo diferenciado de los mismos, que dependerá de los tipos de desechos, fuentes generadoras, mecanismos previstos de recolección, confinamiento y disposición final. Como ejemplo se muestra la siguiente tabla.

Dentro del subprograma se han considerado actividades de separación de residuos para reciclaje, por lo que se ubicarán contenedores para la recolección de cuando menos: plásticos, vidrio, aluminio, papel y cartón y deberán identificarse por medio de un color y/o estar debidamente señalados.



Tipo de Residuo	Descripción	Fuente generadora	Recolección y confinamiento	Disposición final	Indicador del manejo o gestión
Inorgánico	Plástico (Pet)	Proveniente de los centros de servicios de alimentos bebidas	Se recolectará y se transportará en bolsas hasta almacenamiento temporal de residuos. Posteriormente serán almacenados en contenedores con leyenda (RECICLABLE, PET) y capacidad de 80 kg.	Empresa recicladora	kg/día
	Aluminio	Proveniente de los centros de servicios de alimentos y bebidas	Las latas son recolectadas, comprimidas y llevadas al centro de disposición temporal de residuos, luego son depositadas en el contenedor con leyenda RECICLABLE ALUMINIO), en el almacenamiento temporal de residuos.	Empresa recicladora	kg/día

Tabla VI. 5. Tipos, fuentes de origen y manejo de residuos sólidos que potencialmente pueden ser generados en el proyecto.

Los depósitos o contenedores exclusivos para los desechos deberán estar en lugares estratégicos y cada uno de éstos debe poseer tapa y bolsa de plástico de uso rudo y deberá estar marcado o señalado.

VI.6.4 Acciones a considerar en el manejo de residuos

Las actividades de operación y mantenimiento del proyecto generarán desechos sólidos que deben de disponerse en los recipientes asignados para ello. Se deberá de contar con los depósitos de basura necesarios para mantener el sitio en un estado saludable y tener un plan de monitoreo y vaciado de los recipientes.

A continuación, se citan acciones que deberán considerarse para un manejo adecuado de residuos:

- a) El proyecto deberá especificar y señalar los lineamientos para el manejo de desechos sólidos (tiempos, ubicación y características de contenedores, etc.).
- b) Las instalaciones deberán tener definida y señalizada una ubicación para los sistemas y equipo para el manejo de los desechos sólidos que minimicen el impacto.
- c) En ningún caso los residuos serán dispuestos en cuerpos de agua, en la proximidad de los ecosistemas acuáticos o en contacto con el suelo.
- d) Las bolsas de los depósitos o contenedores deberán ser colectadas periódicamente y depositadas en el área general específica para los desechos.
- e) Los sitios donde se colocarán los depósitos deberán ser de fácil acceso y estar debidamente señalados.
- f) Se colocarán tapaderas o algún otro artefacto que mantenga los residuos aislados del agua de lluvia.
- g) No se debe permitir que los contenedores rebosen.



- h) Se mantendrán las áreas limpias y ordenadas.
- i) Se colocarán letreros en cada sitio de disposición de residuos, informando a los usuarios que los contenedores son exclusivos para residuos de tipo doméstico y no se deberán tirar desechos combustibles, químicos tóxicos, pinturas, pilas, aceites, anticongelantes, resinas, barnices, etc. en forma sólida ni líquida.

VI.6.5 Recolección interna y almacenamiento temporal.

Los residuos sólidos generados durante la operación y mantenimiento del proyecto serán separados en residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables) y orgánicos, a través de contenedores de plástico con tapa y claramente etiquetados que serán colocados estratégicamente cerca de las fuentes de generación.

Posteriormente, el personal asignado para la actividad de recolección interna conducirá los residuos, ya sea en bolsas de manera manual o bien mediante carros asignados para ese fin, hacia la zona de almacenamiento temporal dentro de las instalaciones del proyecto y que deberán ser colocados en contenedores de mayor capacidad para su almacenamiento temporal hasta su recolección externa.

VI.6.6 Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.

Se evaluarán periódicamente:

- ✓ Medidas establecidas para reducir fuentes de residuos sólidos.
- ✓ Medidas establecidas para la separación de residuos sólidos (biodegradables, reciclables, y no reciclables).
- ✓ Registro de recolección de basura (estimación en m³ o kg.).
- ✓ Registro del retiro del sitio de residuos y disposición final de los residuos sólidos reciclables separados, por empresas o instituciones autorizadas.

VI.6.7 Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos.

El Subprograma de manejo de Residuos Líquidos ha sido diseñado y será implementado para la operación de las obras, en primera instancia con la finalidad de dar cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable en materia, y segundo para revertir y controlar la contaminación al suelo.

Cabe destacar que la generación de aguas residuales durante la preparación del sitio y construcción se empleará baños portátiles los cuales estarán contratados con una empresa que se encarga de darles la limpieza y mantenimientos correspondientes así mismo se encargan del manejo y traslado de los desechos orgánicos generados.

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

- ✓ Identificar y utilizar la mejor infraestructura sanitaria disponible para el manejo de aguas residuales.
- ✓ Disminuir el riesgo de contaminación de suelo, agua y ecosistemas por aguas residuales.
- ✓ Reducir las fuentes generadoras de aguas residuales.

La estrategia prevista para alcanzar las metas y aplicar los criterios referidos se presentan a continuación:



- **Supervisión sanitaria sistemática.**
 - a) Se llevará a cabo la colocación de suficientes sanitarios portátiles a razón de una por cada 15 trabajadores, las cuales deberán ser colocadas a una distancia no mayor de 50 m una de la otra.
 - b) A estos sanitarios deberá ofrecérseles mantenimiento a cargo de una empresa especializada y con las autorizaciones correspondientes, al menos cada tercer día.

VI.6.8 Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.

- ✓ Medidas establecidas para reducir fuentes de residuos líquidos.
- ✓ Medida para prevenir accidentes de contaminación en la zona por residuos líquidos.
- ✓ Medidas previstas para el manejo y disposición final de los residuos líquidos que se generen.
- ✓ Relación y estimación del volumen de residuos líquidos generados.

Los resultados de la aplicación del programa, así como del cumplimiento de los objetivos planteados se integrarán en un informe de cumplimiento anual, que a su vez formará parte del informe de cumplimiento del Programa de Supervisión y Gestión Ambiental.



CAPITULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

VII.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	2
VII.1	ESCENARIO DEL SAR PREVIO A LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO	3
VII.1.1	Escenario del SAR CON el proyecto SIN medidas de mitigación	9
VII.1.2	Descripción de los efectos del proyecto por componente ambiental	11
VII.2	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO DEL SAR CON PROYECTO Y LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	15
VII.3	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PROYECTO	15
VII.3.1	Programa de supervisión y gestión ambiental.....	17
VII.3.2	Programa de difusión y educación ambiental.....	18
VII.3.3	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.	18
VII.3.4	Programa de Manejo Integral de Residuos.....	18
VII.4	Evaluación de alternativas	19
VII.5	CONCLUSIONES	21



VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Los pronósticos ambientales permiten tener una imagen a futuro de las condiciones ambientales del SAR, así como del polígono total del predio y del área aprovechable del proyecto, a fin de prever las posibles afectaciones que tendrían los recursos y procesos naturales por el desarrollo de este.

Con la construcción de escenarios, es posible indicar lo que puede suceder o esperar, como consecuencia de la implementación del proyecto, es decir son premisas o suposiciones básicas en que se basan la planeación y la toma de decisiones.

En realidad, los pronósticos ambientales no sólo se utilizan como elemento de los modelos de solución de problemas, sino que establecen además las premisas a partir de las cuales se elaboran los planes y controles.

Los pronósticos ambientales del proyecto se desarrollaron a partir de la construcción de escenarios; un escenario no es una predicción de un hecho específico, sino una descripción de lo que puede ocurrir por la influencia de varios factores. Los escenarios describen eventos y tendencias y cómo éstos pueden evolucionar en un lapso y espacio determinados.

En el caso del proyecto, el desarrollo de los escenarios permitirá prever las posibles afectaciones que se tendrían sobre los recursos naturales, con y sin la influencia del proyecto. Así como poder discernir, si las medidas preventivas, de mitigación y/o de compensación consideradas dentro del desarrollo del proyecto, son eficaces en la disminución y/o prevención de los impactos ambientales previstos.

Es así como a través de estos escenarios se pueden evaluar la pertinencia y en su caso reconsiderar las medidas de mitigación propuestas, y sus alcances a fin de establecer las más adecuadas para la prevención y mitigación de las posibles afectaciones generadas por el proyecto y con ello enfocar los esfuerzos y recursos materiales y humanos al cumplimiento de las metas establecidas.

Para la elaboración de los escenarios, se consideró en primera instancia la información base del capítulo IV de la presente MIA-R, mismo que proporcionó las condiciones de deterioro o conservación de los recursos naturales del proyecto.

En la práctica no existe una sola forma de elaboración de escenarios, algunas son sencillas y otras más sofisticadas. La construcción de escenarios involucra un conjunto de procedimientos y herramientas cuya aplicación requiere de una determinada conceptualización y coherencia procedimental que conduce al método de escenarios.

En la aplicación del método es posible distinguir varios tipos de escenarios: posibles, realizables y deseables. El primero es referido a todo lo que puede ser imaginado; el segundo a todo lo que es posible considerando las restricciones; y el tercero, a lo que es posible, pero no necesariamente realizable en su totalidad.

Desde la perspectiva de la naturaleza de sus probabilidades, los escenarios pueden ser **tendenciales, referenciales y contrastados o normativos** (Massiris, 2005).



El escenario tendencial, sea probable o no, corresponde a la extrapolación de tendencias respecto a los principales problemas territoriales; el escenario referencial corresponde al escenario más probable, independientemente de que este o no basado en tendencias, en tanto que el contrastado es la exploración de un tema voluntariamente extremo, la determinación a priori de una situación poco probable (Massiris, 2005).

Para el caso de la presente evaluación de la MIA-R, la identificación de los escenarios es de carácter tendencial.

Para estimar los posibles escenarios tendenciales se tomaron en cuenta los siguientes insumos:

1. **Análisis de los procesos históricos** de ocupación del territorio (SAR y área de estudio). Este apartado permite entender los factores históricos que han incidido en la actual configuración del territorio a una escala regional. Este apartado permite entender que el proyecto forma parte de las estrategias para un desarrollo regional.
2. **Análisis de las políticas y estrategias en los instrumentos de regulación en materia ambiental y urbana**, estos instrumentos de planeación permiten identificar los escenarios esperados a mediano y largo plazo.
3. **Análisis de los procesos y componentes que definen la estructura, la regulación y los componentes críticos**. A partir del análisis de la interacción del proyecto con su entorno, es posible reconocer la capacidad que tendrá el ecosistema de recuperarse ante los impactos del proyecto.

VII.1 ESCENARIO DEL SAR PREVIO A LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

Procesos históricos de ocupación del SAR

El Estado de Zacatecas se encuentra ubicado en la región centronorte del país, con 75,539 km² limitando al norte con Coahuila, al noreste con Nuevo León, al este con San Luis Potosí, al sur con Guanajuato, Jalisco y Aguascalientes, al suroeste con Nayarit y al oeste con Durango, cuenta con 58 municipios, es el octavo estado más extenso, y el octavo menos poblado con 1,579,209 habs. en 2015 (con una densidad de 19.73 hab/km²).

Los datos históricos del Municipio de Pinos desde tiempos prehispánicos nos indican que fue habitada por la tribu huachichil hace aproximadamente 500 años, era una de las tribus más grandes, por ocupar una gran extensión de terreno llamada por los españoles "el gran tunal", formaba parte de la Región Chichimeca.

La fundación de Pinos con exactitud no existe, los historiadores que se han dedicado a examinar documentos, como el investigador Powell, asegura que Pinos se fundó el 24 de febrero de 1588. Al parecer los frailes franciscanos edificaron una misión con una ermita y con familias de España, posiblemente gentes del capitán mestizo Miguel Caldera. Uno de los primeros documentos que menciona la existencia de Pinos, es la denuncia de una mina de oro y plata con fecha 18 de octubre de 1593, para entonces era alcaldía mayor perteneciente al gobierno de Guadalajara, capital de la Nueva Galicia.

Durante 1594, época de la colonia, se menciona al primer minero descubridor de metales, fue el capitán Juan López Paliarés, otros fundadores y descubridores fueron Rodrigo Vargas, el capitán



Pedro Narváez Carvajal, Alonso Rodríguez, etc., durante este periodo intervienen más de veinte capitanes en la pacificación de estas tierras, destacando el vizcaíno Gabriel Ortiz que fue alcalde, Juan Ramos de la Vega originario de Segovia y el capitán Miguel Caldera, zacatecano hijo de español y de una india huachichil quien trabajó para que su raza viviera en paz.

Después de 1821 sufrió estragos de la post-guerra de independencia. En la constitución de la primera república federal de 1824, Pinos pasa a ser municipio del estado de Zacatecas y cabecera municipal del partido político para representar con diputados locales y federales' a sus respectivos congresos. **En 1870 Pinos logra su mejor época de minería y es durante estos años que se permiten la tala de árboles para fundir el oro y la plata, quedando los cerros desérticos.**

En 1894 se registraban 72 minas en Pinos, aun cuando no todas se explotaban en ese momento y pocas de ellas eran realmente importantes. En los alrededores de la ciudad había 6 haciendas de beneficio de metales y entre 1904 y 1908, en Pinos solo se registraba una mina y estaba en decadencia.

La decadencia minera de esos años produjo un proceso migratorio, típico de la mano de obra dedicada a este oficio, caracterizado por el desplazamiento a lugares de trabajo promisorios en detrimento de los ya agotados. Hacia 1926, era escasa la población que vivía del trabajo minero, la reducida población pinense lo hacía de las haciendas agrícolas, principalmente mezcaleras.

No sería sino hasta el siglo XX cuando con el declive de la actividad minera, que quedara paralizado el desarrollo de las instalaciones destinadas a la extracción y procesamiento del producto del subsuelo local. El contexto de Pinos quedaría, sin embargo, marcado con la presencia de chimeneas y los malacates que conforman un patrimonio industrial inseparable del municipio.

El municipio de Pinos, Zacatecas, cuenta según información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) del censo 2010, con 308 comunidades y su distribución según el tamaño de localidad, donde la edad media es de 16 años aproximada en este municipio. El municipio de Pinos ocupa el cuarto lugar estatal en cuanto a su participación relativa de los municipios según su población (4.7%).

Las actividades económicas que se desarrollan en el Municipio, conforme a diferentes sectores productivos son: trabajadores agropecuarios 60.6%, artesanos y obreros 14.5%, ayudantes y similares 6.2%, comerciantes y dependientes 2.9%, trabajadores de la educación 2.7%, operadores de maquinaria fija 1.8%, trabajadores en servicios públicos 1.4%, oficinistas 1.3%, operadores de transporte 1.2%, trabajadores domésticos 1.2%, funcionarios directivos 0.4%, profesionales 0.3%, trabajadores del arte 0.2%, inspectores y supervisores 0.1%, no especifico 4%.

El área del proyecto se localiza en el Municipio de Pinos, Zacatecas. Dicho municipio presenta un clima semiseco templado con lluvias en verano. En dicho municipio prevalecen las actividades agrícolas en la mayor parte de su superficie, y muestran una marcada tendencia al crecimiento de sus zonas urbanas. En este sentido, las condiciones naturales tanto del área del proyecto como del SAR, se encuentran previamente modificadas y con claras tendencias de uso de suelo agrícola.



Problemática ambiental:

Dentro del área donde se encuentra el proyecto se identificaron los principales problemas ambientales:

- **Contaminación del suelo:** las actividades agrícolas que se desarrollan en la zona ejercen una presión sobre el ambiente natural de pastizales y áreas con vegetación natural, observándose esta circunstancia en la mayor parte del SAR, donde el uso agrícola es intensivo.
- **Contaminación por ruido:** El tráfico vehicular es una de las principales causas de esta contaminación sonora, y se da principalmente en los principales accesos viales.

Diagnóstico y tendencias de deterioro actuales

Este apartado tiene como objetivo estimar los probables escenarios del SAR, bajo las condiciones actuales en que se encuentra el SAR.

Para ello, los aspectos que se retoman son los siguientes:

- Los procesos que definen la estructura y el actual funcionamiento del SAR
- Los procesos y/o componentes que se encargan de la regulación del SAR
- Los procesos y/o componentes críticos del SAR que son *vulnerables* ante los cambios

Los procesos que definen a lo largo del tiempo la estructura actual del SAR son básicamente los climáticos, los geológicos – geomorfológicos y los hidrológicos subterráneos.

En términos climatológicos, el Estado de Zacatecas puede considerarse dentro del grupo de los semisecos BS, que abarcan aproximadamente 86% de la superficie estatal; el 14% restante pertenece al subgrupo de climas templados C(w), de acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen, modificado por García (1973). **El clima semiseco templado** se presenta como un subtipo de los semisecos BS, con temperatura media anual que oscila entre 14º y 18º C y precipitación media anual de 400 a 700 mm, con porcentaje de lluvia invernal de 5 a 10.2 mm (BS1kw).

Los procesos geológico – geomorfológicos, son uno de los indicadores que definen la evolución y la actual estructura del SAR. El SAR se encuentra en áreas que corresponden a dos provincias geológicas: La Sierra Madre Occidental y la Mesa Central. En la provincia de la Sierra Madre Occidental se ubican las rocas más antiguas del estado, las metamórficas del Triásico y Jurásico en afloramientos muy pequeños. Su mayor extensión está constituida principalmente por rocas del Terciario de origen volcánico, predominan las de composición ácida (riolitas, tobas e ignimbritas); sin embargo, también existen algunos derrames de rocas ígneas extrusivas básicas. En menor proporción, se localizan los depósitos sedimentarios de tipo continental, constituidos por areniscas, conglomerados y la asociación de ambos. Algunos valles de esta provincia están ocupados por depósitos aluviales del Cuaternario.

Para el caso de la provincia de la Mesa Central, las rocas más antiguas son las sedimentarias de origen marino del Cretácico, constituidas por caliza, caliza-lutita y lutita-arenisca. Del Terciario afloran algunos cuerpos de rocas ígneas intrusivas ácidas que han mineralizado las rocas del Cretácico (calizas, calizaslutitas y areniscas-lutitas), y que son de gran importancia económica por ser almacenadoras de los minerales que se extraen en los distritos mineros de Asientos y Tepezalá



(plata, cobre, plomo, zinc, oro y fierro). Existen también rocas ígneas extrusivas ácidas del Terciario y depósitos aluviales del Cuaternario en los valles presentes en esta provincia.

Por estar ubicada dentro de la provincia de la Mesa Central afloran los tipos de suelo aluvial. Por lo que en cuanto a suelos debe destacarse que éste es un suelo formado por el depósito de materiales suelos (grava, arena, limos y arcillas). Provenientes de rocas preexistentes, que han sido trasladadas por corrientes superficiales de agua. El suelo aluvial incluye los depósitos existentes en las llanuras de inundación, valles de ríos y fajas de pie de monte. Corresponde a la era cenozoica del periodo cuaternario

Tal y como se ha señalado en los párrafos anteriores, la conformación geológica está influenciada por un proceso tectónico estructural, cuya última etapa de estabilización se ha manifestado en el periodo cuaternario, esto nos habla de un medio cuya tendencia es de reciente estabilidad.

Por lo anterior, los eventos geológico – geomorfológicos, así como por la localización del SAR, son los procesos que han definido a lo largo del tiempo la estructura del SAR. Los componentes mesoclimáticos y los geológico – geomorfológicos, son componentes duros, resistentes a los agentes externos y por lo tanto tardan mucho tiempo en manifestarse sus cambios.

La disposición mesoclimática y la evolución geológico – geomorfológica son las que definen el arreglo de la estructura horizontal y vertical del paisaje. A partir de este arreglo en la estructura del sistema, es que el proceso hidrológico subterráneo adquiere su importancia por constituir el proceso que regula el funcionamiento del sistema.

Aun cuando las condiciones climáticas del sitio sean semisecas, es el proceso hidrológico subterráneo el que se encarga de distribuir a lo largo de las diferentes zonas funcionales, la carga de energía, materia e información (EMI), derivada de los mínimos cambios de temperatura y precipitación.

El proceso hidrológico, se ubica en la interfase entre los componentes macro y mesoestructurales, sin embargo, a diferencia del clima y la geología, la hidrología es un componente susceptible a los cambios porque es el resultado de la estructura y arreglo de los dos componentes antes mencionados.

Derivado de las condiciones climáticas mesorregionales; la baja disponibilidad de humedad en un periodo corto de tiempo; la alta permeabilidad de los sustratos; la distribución y disponibilidad del recurso hídrico son los factores que condicionan que el componente hidrológico subterráneo sea el que define la regulación del SAR.

El área del proyecto se localiza la Región Hidrológica **RH37 El Salado**, la cual cubre el 40.67% de la superficie del Estado de Zacatecas, abarcando parte del centro, el noreste y el este de la entidad. Es una vertiente interna de cuencas cerradas, que se caracterizan por la presencia de corrientes temporales poco caudalosas y de cursos reducidos, que desaparecen en las llanuras por la filtración y la evaporación.



Las corrientes presentes a nivel SAR, son de carácter intermitente o temporal, es decir, sólo en temporada de lluvias es cuando el cauce lleva un caudal mientras que el resto del año no presenta agua en la superficie. Y en función del orden de corriente al que pertenezcan, algunos corrientes (escurrimientos) llevan agua, pero de manera subsuperficial.

En lo que se refiere a los escurrimientos intermitentes, el patrón de drenaje responde a un fuerte control estructural definido por la litología, así como también a condiciones climáticas pasadas, durante las cuales dichas corrientes modelaron el relieve actual.

Hoy día, aunque las precipitaciones son escasas, los escurrimientos superficiales se activan cada temporada de lluvias reconociendo los cauces presentes, los cauces actúan como zonas de recarga y descarga tanto del acuífero local como regional. De esta manera, aun cuando son de carácter intermitentes, los escurrimientos superficiales juegan un papel muy relevante en el comportamiento del acuífero, pues funcionan como corredores locales al mantener flujos subsuperficiales que alimentan a todo el SAR tanto en temporada de secas como de lluvias.

En el caso del comportamiento del agua subterránea depende fuertemente de la estructura y arreglo geológico la cual se encuentra constituido, en su porción superior, por los depósitos granulares de origen aluvial y fluvial de granulometría variada y los conglomerados polimícticos que rellenan el valle tectónico. Así, el agua en general, es decir los procesos hidrológicos son los que transfieren la energía, materia e información dentro del sistema y regulan su funcionamiento.

Por lo anterior, la distribución y disponibilidad del recurso hídrico son los que regulan el funcionamiento del resto de los componentes mesoestructurales. Es el componente que transmite la carga de materia, energía e información (EMI) hacia las partes bajas del SAR.

Ahora bien, los componentes críticos que son susceptibles a los cambios son los de carácter mesoestructurales tales como el suelo, la vegetación y la fauna. Estos componentes dependen de la regulación de los procesos hidrológicos. Dado que el sistema es muy dinámico y de reciente estabilidad, la capacidad de resiliencia en alguno de estos componentes necesitaría de un tiempo considerable para su recuperación.

Son dos los factores que proporcionan la mayor entrada de energía, y determinan el nivel de dinamismo en la zona, estos son los procesos de erosión eólica y los procesos de erosión hídrica, estos últimos por la entrada ocasional de huracanes que llegan a afectar a la zona. De acuerdo con las estimaciones realizadas en el capítulo IV de la presente MIA-R, el nivel de erosión eólica e hídrica a nivel del SAR y predio del proyecto es predominantemente moderado.

En términos del desarrollo del proyecto, el suelo es el factor que proporciona la mayor entrada de energía, y determinan el nivel de dinamismo en la zona. De acuerdo con las estimaciones realizadas en el capítulo IV de la presente MIA-R, el nivel de erosión eólica e hídrica a nivel del SAR y predio del proyecto es predominantemente moderado.

Considerando que en el SAR predominan las condiciones para que se presente erosión por degradación física por compactación, erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento y erosión hídrica con pérdida del suelo superficial, aunado a suelos sueltos y secos con baja



cobertura de vegetación. Sin la presencia del proyecto, se espera que el SAR siga con las mismas tendencias actuales de ser un sistema muy dinámico por la ocurrencia de procesos eólicos con pérdida del suelo superficial por acción del viento con grado moderado derivado de las actividades agrícolas y el pastoreo presente en la región.

Escenarios regionales esperados en los instrumentos de planeación

El Plan Estatal de Desarrollo de Zacatecas 2016-2021 constituye el documento rector de las políticas públicas a seguir durante la presente administración gubernamental. Este ejercicio de planeación no está desligado de su contexto histórico, social, político y espacial; los objetivos, estrategias y líneas de acción aquí enunciadas se enmarcan en un modelo de planeación nacional que por décadas se ha caracterizado por ser de corte profundamente humanista y bajo una concepción de Estado republicano, caracterizado por ser representativo, democrático y federal.

El Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021 cuenta con 4 Ejes estratégicos:

- EJE ESTRATÉGICO 1. GOBIERNO ABIERTO Y DE RESULTADOS
- EJE ESTRATÉGICO 2. SEGURIDAD HUMANA.
- EJE ESTRATÉGICO 3. COMPETITIVIDAD Y PROSPERIDAD
- EJE ESTRATÉGICO 4. MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL

Dentro del Eje Estratégico 4. Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, considera el fortalecimiento a las energías renovables de manera armónica y en concordancia con el resto del mundo; se tiene previsto la promoción de políticas públicas y programas que fomenten una transición energética hacia fuentes de energía renovables como lo son la energía solar, la energía eólica y geotérmica entre otras, que permitan de manera sostenida disminuir la emisión de gases de efecto de invernadero. En la Zacatecas predomina la energía eólica con un potencial de 952.00 GWh/a, seguida de la geotérmica con 818 GWh/a y en tercer lugar la solar con 721.00 GWh/a. (potencial identificado al 30 de junio de 2015).

A nivel municipal, Pinos es el centro político y administrativo para el manejo de recursos de acciones de interés público en más de trecientas comunidades. En tal sentido, se elaboró el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población del Municipio de Pino 2016-2030 con el propósito de regular el crecimiento económico de Pinos, como eje de la vida municipal, proteger su patrimonio tangible e intangible.

Este programa tiene como objetivo que la planificación urbana sea tomada como base en la comprensión de las dinámicas urbanas, en armonía con la permanencia de esos valores patrimoniales, considerándolos como factores básicos para el desarrollo sustentable de la localidad.

En términos de desarrollo urbano y tomando como base este programa, el proyecto se alinea con las siguientes políticas sectoriales para el desarrollo ambiental sustentable:

- Conservación y recuperación de los ríos y manantiales
- Manejo de desechos sólidos



VII.1.1 Escenario del SAR CON el proyecto SIN medidas de mitigación

Una vez analizados los principales componentes del ecosistema, se procede a presentar el escenario con la implementación del proyecto, cabe señalar que previo a la implantación del proyecto se tomaron en cuenta consideraciones de carácter ambiental, con el objeto de que el mismo sea viable ambientalmente reduciendo al mínimo las afectaciones derivadas de su establecimiento, estas medidas son previas a las que se establecieron en el Capítulo VI de la MIA-R, como se mencionó en la introducción del presente capítulo, en la construcción del escenario con proyecto y sin medidas, no se consideraron las medidas previas ni las medidas de mitigación del Capítulo VI de la MIA-R.

Con base en la información presentada en el Capítulo V de la presente MIA-R, en donde se obtuvo la evaluación de los impactos ambientales en función al índice de incidencia sin medidas. Se estima que, sin el establecimiento de medidas, el proyecto en lo general propiciara una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa a nivel local, no siendo así a nivel del SAR ni regional, hacia los componentes cobertura vegetal y fauna; y hacia los procesos hidrológico y geomorfológico, mismos que se describen a continuación, reiterando que fueron descritos en el Capítulo V de la MIA-R.

El presente proyecto contempla la construcción de una planta solar compuesta de paneles fotovoltaicos para generar energía eléctrica a partir de la radiación solar. Cuyas obras requeridas para la construcción y operación del proyecto son: paneles solares, cimentación, conexiones eléctricas, caminos de acceso y su derecho de vía, infraestructura provisional, línea de interconexión dentro del derecho de vía del camino de acceso y subestaciones eléctricas.

Se describe a los impactos de nivel significativo a aquéllos que pueden generar alteraciones que sin medidas pueden afectar el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR. En el caso del proyecto, no afectará a los componentes macroestructurales (mesoclimáticos y los geológico – geomorfológicos), los cuales se caracterizan porque son los componentes más duros, y que tardan mucho tiempo en manifestar sus cambios. Aunque el proyecto ocasionará alteraciones en las geoformas, este impacto será de tipo local y poco significativo.

Por su parte, los componentes mesoestructurales (hidrológicos, vegetación y suelo) son vulnerables ante los cambios, y cualquier efecto negativo en el ambiente son los primeros en resentirlo, es por ello que para la presente MIA-R se les denomina Componentes y/o procesos críticos.

Cabe señalar que el componente hidrológico, aunque se incluye dentro de los componentes mesoestructurales, también forma parte de los componentes macroestructurales, porque su funcionamiento es clave en la estabilidad del SAR y Área de estudio.

Otra importancia del proceso hidrológico es que condiciona la cobertura vegetal y la fauna, por lo cual desde el punto de vista local se puede considerar que la zona es florísticamente pobre y con altamente modificada por las actividades agrícolas.

La alteración de geoformas e hidrología son componentes vulnerables porque una vez que es impactado, su capacidad de recuperación es muy lenta. El alto dinamismo del SAR, por la presencia de los procesos eólicos e hidrológicos, impide que haya una estabilidad en los suelos.

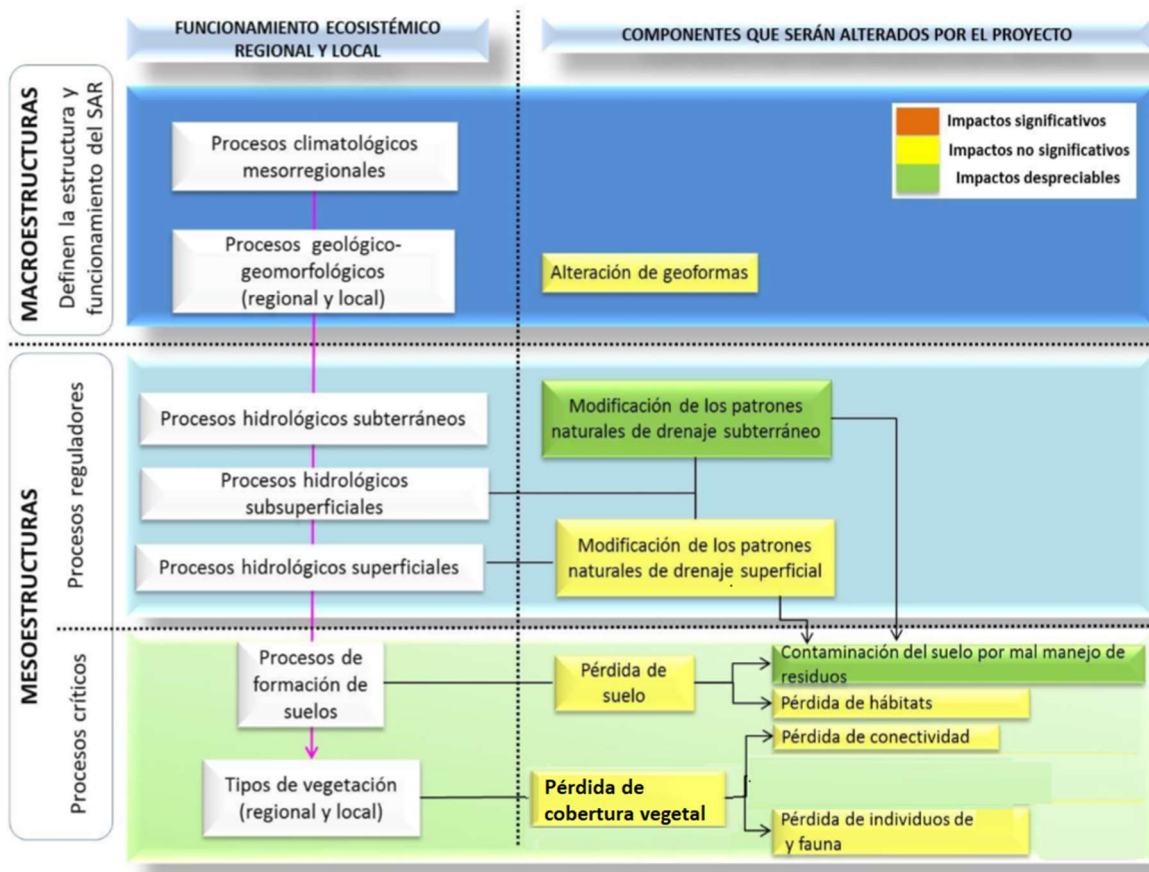


Figura VII. 1. Interacción de la estructura y funcionamiento del SAR y el proyecto

En un escenario regional, pese a las condiciones de alto dinamismo por los procesos eólicos e hidrológicos, se puede decir que el SAR se encuentra dentro de una tendencia estable. De tal forma que los procesos de gran escala (mesoclimáticos y los geológicos) tienen un impacto mayor sobre el resto de los procesos de mesoescala y de escala local.

Con respecto al resto de los componentes críticos del SAR (cobertura vegetal y suelo), son componentes vulnerables porque una vez que son impactados, su capacidad de recuperación es muy lenta. El alto dinamismo del SAR, por la presencia de los procesos eólicos e hidrológicos, impide que haya una estabilidad en los suelos.

Otra fortaleza del proyecto es que aun cuando se contempla la generación de una serie de impactos, los beneficios por la operación del proyecto se traducirán en la producción de energía mediante un recurso natural renovable, a diferencia de las fuentes tradicionales de energía.

En un escenario regional, pese a las condiciones de alto dinamismo por los procesos eólicos e hidrológicos, el SAR se encuentra dentro de una tendencia estable. De tal forma que los procesos de gran escala (mesoclimáticos y los geológicos) tienen un impacto mayor sobre el resto de los procesos de mesoescala y de escala local. El aprovechamiento de los recursos de la región, permite que los componentes macroestructurales tengan la capacidad de absorber los agentes externos al SAR, incluyendo los efectos negativos derivados del proyecto propuesto.



Actualmente, considerando las actividades agrícolas las cuales indican un aprovechamiento antrópico y tomando en cuenta la planeación municipal de Pinos, la cual considera un aprovechamiento turístico e industrial, es posible que estos niveles de deterioro que existen actualmente en la región aumenten gradualmente, ejerciendo cierta presión en el área del proyecto.

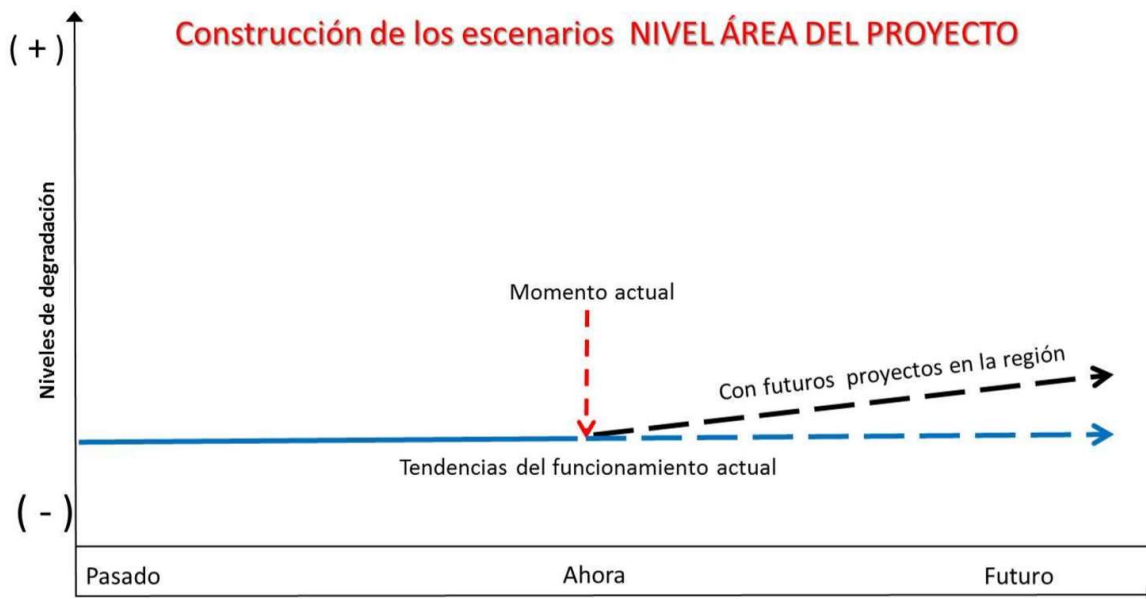


Figura VII.2. Tendencias en el área del proyecto, sin la presencia del proyecto.

VII.1.2 Descripción de los efectos del proyecto por componente ambiental

Como ya se señaló en los apartados anteriores, los efectos negativos derivados del proyecto no incidirán en un cambio en los procesos que definen la estructura, funcionalidad y estabilidad del ecosistema. Sin embargo, los impactos sí tienen incidencia a nivel local del predio y específicamente en el área de aprovechamiento del proyecto.

A continuación se mencionan los impactos que incidirán sobre los componentes mesoestructurales abióticos y bióticos, cuya característica principal es que son frágiles y susceptibles ante los cambios generados en el área del proyecto.

- **Hidrología superficial**

Cabe señalar que dentro del área del proyecto no se identificaron escurrimientos intermitentes, sin embargo, el proyecto está diseñado de tal forma que se respetará la dinámica fluvial, esto con la finalidad de no interrumpir la dinámica hidrológica existente en el área del proyecto.

Es importante mencionar que el diseño del proyecto buscó dentro de la medida de lo posible alternativas de ubicación para el proyecto, esto con la finalidad de no obstruir ni modificar el patrón de escurrimiento de los arroyos existentes al interior del área de aprovechamiento.



La ubicación propuesta del área del proyecto considera que los escurrimientos no se verán interrumpidos, por lo cual el flujo que se presentará con la construcción del proyecto no afectará el régimen hidráulico de las corrientes, ni provocará el desvío de los escurrimientos de una cuenca a otra, de conformidad con lo descrito en el Capítulo IV.

- **Hidrología subterránea**

En el caso del comportamiento del agua subterránea depende fuertemente de la estructura y arreglo geológico la cual se encuentra constituido, en su porción superior, por los depósitos granulares de origen aluvial y fluvial de granulometría variada y los conglomerados polimícticos que rellenan el valle tectónico. Así, el agua en general, es decir los procesos hidrológicos son los que transfieren la energía, materia e información dentro del sistema y regulan su funcionamiento.

Considerando que el proceso hidrológico subterráneo es un factor crítico, la falta de aplicación de medidas y monitoreo del acuífero, así como de las actividades que se desarrollan actualmente en el SAR y de los futuros desarrollos, generaría a largo plazo un deterioro progresivo del ecosistema.

- **Cobertura vegetal**

La pérdida de cobertura vegetal como ya fue indicado en el Capítulo VI de la MIA-R presentado anteriormente, se ocasionará en la etapa de preparación del sitio, en las superficies donde se emplazarán las obras permanentes y provisionales por lo que se considera un impacto ambiental.

Cabe mencionar que debido a la construcción de caminos internos dentro del área de implantación de la planta fotovoltaica no se permitirá el restablecimiento de vegetación en estas superficies durante el periodo en que el proyecto esté en operación.

En gran parte del SAR y en la totalidad del área del proyecto existen actividades agrícolas, lo que ha reducido gradualmente las superficies con vegetación natural.

- **Fauna**

Afectación de individuos de fauna durante la etapa de preparación del sitio; las actividades de limpieza en el área del proyecto, provocará que la fauna con mayor movilidad (por ejemplo, los grandes herbívoros, carnívoros y las aves) abandonen la zona.

Para el área del proyecto, el impacto ambiental sobre la fauna se generará por dos causas: por la limpieza del área del proyecto y por la operación de la línea de interconexión.

Por pérdida de cobertura vegetal. Las actividades de limpieza en el área del proyecto en la etapa de preparación del sitio para la implantación de obras permanentes y provisionales privan a la fauna de áreas de alimento y resguardo, aun siendo campos agrícolas, por lo que se verá obligada a trasladarse a otras zonas donde encuentre las características físicas y biológicas necesarias para su supervivencia.

Como se ha mencionado con anterioridad, el SAR, presenta diversas obras y actividades que han ido afectando el hábitat de la fauna, (como son los campos agrícolas y las zonas urbanizadas), lo que lleva al desplazamiento de la fauna que alguna vez habitó en esos lugares. No obstante, los campos agrícolas son áreas que provén de condiciones para



forrajeo y de alimentación para pequeños roedores, aves, y reptiles, por lo que algunas especies de fauna se puedan encontrar en estos lugares y verse afectados.

Se debe tomar en cuenta que con las actividades de limpieza del terreno (para la instalación de paneles y construcción de caminos), el impacto se adicionaría a los demás impactos que han desplazado a la fauna, por lo que se considera como un impacto acumulativo.

Por colisión y/o electrocutamiento. En la etapa de operación y mantenimiento, la operación de la línea de interconexión podría provocar la colisión y/o electrocutamiento de individuos de aves. Sin embargo, ya sea en la etapa de preparación del sitio u operación, el impacto solo será puntual.

La pérdida de individuos de especies de fauna en alguna categoría de la NOM- 059-SEMARNAT-2010: Tal como se analizó en el Capítulo IV, los resultados del trabajo de campo muestran que en el área del proyecto se registraron especies de reptiles, aves, y mamíferos, y conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se registraron especies de fauna, enlistadas en esta Norma. Así mismo, las especies identificadas no son endémicas y su distribución es amplia, lo que indica que no se restringe exclusivamente al área del proyecto o SAR.

- **Pérdida de hábitats**

Como ya fue indicado en el Capítulo VI de la MIA-R, la limpieza del área del proyecto en la etapa de preparación del sitio para la instalación de obras (paneles solares, caminos, zanjas para el cableado) y línea de interconexión en el derecho de vía del camino de acceso, inherentemente afectará el hábitat, ya que se modifican las condiciones y características físicas y biológicas necesarias para la supervivencia y reproducción de las especies de fauna, por lo que se considera un impacto ambiental.

Los impactos generados por el proyecto implican que a largo plazo haya cierto deterioro en el ecosistema, sin embargo, el grado de deterioro que puede alcanzar el área del proyecto, no sólo depende de la aplicación de una serie de programas de mitigación y compensación, sino en la elección de los programas más adecuados, en la eficiencia de su aplicación en cada una de las etapas, así como de su seguimiento y monitoreo a largo plazo.

En la siguiente figura se puede observar que la falta de implementación de medidas de mitigación, implicaría a largo plazo el aumento en el deterioro ambiental a nivel del área del proyecto, y por ende los costos de las medidas de recuperación incrementan porque el ecosistema pierde su capacidad de recuperación por sí mismo (resiliencia).

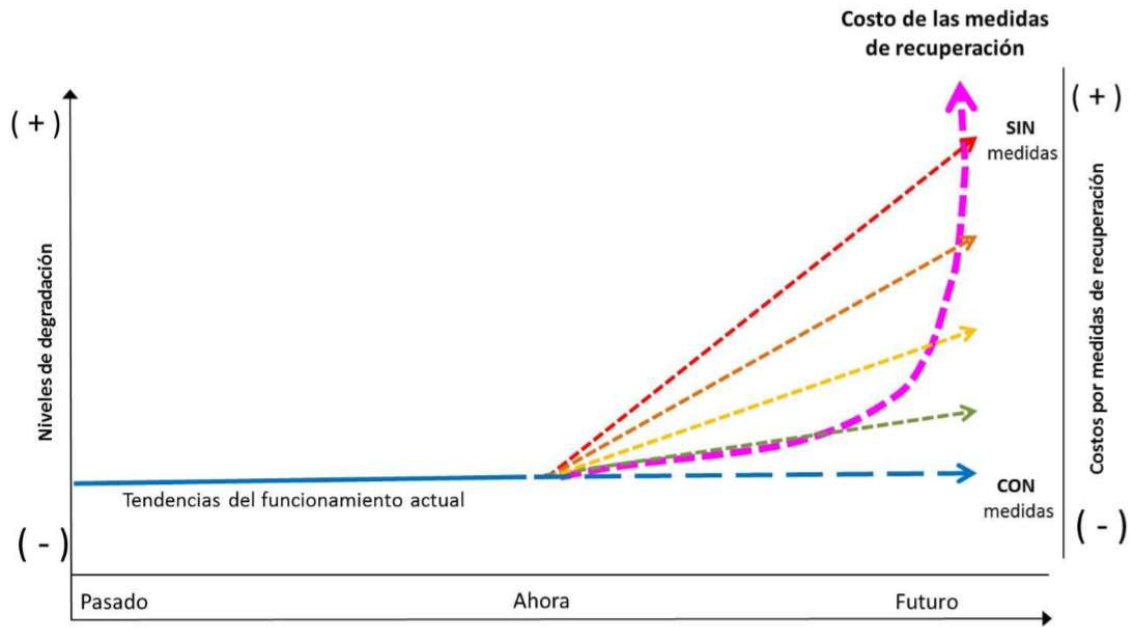


Figura VII.3. Escenarios en el área del proyecto CON la presencia del proyecto.

VII.1.2.1 Conclusión

- La disminución de la cobertura vegetal, propiciará un efecto indirecto sobre el componente fauna, ya que propiciará la pérdida de hábitat.
- Uno de los impactos que más posiblemente se presenten, si no se cuenta con medidas ambientales correctas, será el mal manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, las consecuencias de este pueden variar desde la posible contaminación del suelo por el uso de sustancias peligrosas hasta la presencia de fauna nociva.
- De los argumentos antes expuestos, el desarrollo del proyecto genera un efecto positivo, disminuyendo las emisiones de CO₂. El Proyecto tiene por objeto la generación de energía eléctrica a partir de celdas solares con una capacidad nominal de **150 MWac** y una capacidad de generación de energía de **470 GWh/año**. Por lo que, bajo esta óptica, con la implementación de este Proyecto, se dejarían de emitir **273,540 tCO_{2e} /Año**.
- La calidad del aire del SAR se mantendrá igual, únicamente en el Área del Proyecto disminuirá temporalmente la calidad del aire debido a la emisión de gases de combustión (CO₂, NO_x, CO, etc) por la operación del equipo y maquinaria, así como por el tránsito de los camiones que se requieren para el traslado de los módulos fotovoltaicos y otros insumos. Otras actividades que provocarán de forma puntual y temporal a la calidad del aire son el almacenamiento de materiales granulares, la limpieza del predio, así como el movimiento de tierras.
- La calidad acústica se verá modificada por la generación de ruido, debido a la presencia de trabajadores, al uso del equipo y maquinaria pesada, así como el tránsito de los camiones



generará ruido que podría molestar a las personas de las localidades cercanas se disminuirá la calidad acústica en el Área de Influencia y en el Área del Proyecto, sin embargo, esto solo será temporal y únicamente en las áreas de trabajo. Durante la operación no habrá una disminución de la calidad acústica del Área del Proyecto.

- La topografía del SAR y el área de Influencia no tendrá cambios por la ejecución del proyecto. En el Área del Proyecto la topografía será modificada durante la etapa de preparación del sitio y construcción, por el movimiento de tierras y las excavaciones que se requieren para las diferentes cimentaciones, estas modificaciones serán temporales.
- En el área del Proyecto se podría contaminar el suelo por el inadecuado manejo de residuos líquidos, sólidos y peligrosos, así como por derrames accidentales por el inadecuado manejo de combustibles o por el goteo proveniente de equipo y maquinaria en mal estado.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO DEL SAR CON PROYECTO Y LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Ya en el apartado anterior, se describió que el proyecto no impactará los componentes macroestructurales, por lo que la estructura del SAR no será alterada. Con respecto a los componentes mesoestructurales, solamente algunos de los atributos de los componentes serán alterados.

Como fue señalado en capítulos anteriores, previo a la implantación del proyecto, la distribución del área de aprovechamiento en donde se colocarán las instalaciones requeridas se hizo bajo consideraciones, que propicien que en términos ambientales en el proyecto se integre con las menores afectaciones posibles al entorno.

El Proyecto contempla medidas de mitigación para los impactos ambientales identificados e implementar un Programa de Manejo Ambiental y subprogramas con indicadores de seguimiento para garantizar su cumplimiento.

Se implementarán buenas prácticas en el procedimiento constructivo para minimizar las emisiones a la atmósfera y el ruido proveniente de la maquinaria y equipo, se contempla el manejo de los residuos líquidos sólidos y peligrosos de acuerdo con lo establecido a la normatividad ambiental federal y estatal a fin de evitar la contaminación del suelo.

VII.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PROYECTO

Como debidamente fue presentado en el Capítulo VI de la presente MIA-R, el proyecto implementará una serie de medidas de mitigación, para prevenir, reducir y/o compensar los impactos ambientales ocasionados por el mismo.

Para el cumplimiento de esos fines, conforme la mejor experiencia aplicable disponible y el análisis interdisciplinario de los científicos y expertos participantes, se propuso un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) específico para el proyecto, mismo que incluye el desarrollo de Programas dirigidos a minimizar los impactos hacia los componentes de fauna y hacia los procesos hidrológica superficial; además se atenderán los impactos ocasionados por la generación de residuos



(líquidos, sólidos, peligrosos), cada uno de los Programas que integran el SMGA del proyecto se componen de subprogramas que a su vez interactúan entre ellos.

El Sistema de Manejo y Gestión Ambiental se integra **por 4 Programas**, y se encargará de verificar el cumplimiento de todas las obligaciones ambientales del proyecto, **se propone la entrega de reportes anuales** que integren los resultados todas las acciones correspondientes a los programas y subprogramas que lo integran y aquellas que dispongan las autoridades correspondientes.

Parte fundamental de la implementación de las medidas de mitigación, fue el proceso previo de selección de los programas, que fueran adecuados y acordes con la generación de impactos, y los procesos y componentes críticos a impactar.

Con base en lo anterior, se espera que el proyecto tenga la capacidad de generar resultados positivos en materia ambiental, los cuales deberán de ser reflejados en los resultados de los indicadores de cada uno de los programas establecidos en el capítulo VI de la MIA-R.

Los programas son complementarios e integrales entre sí, y se llevarán a cabo en todas las etapas del proyecto. A partir de la aplicación de estas medidas se pretende que los ecosistemas más sensibles a los cambios puedan restaurarse en un corto y mediano plazo. Los programas que atenderán los impactos hacia los componentes reguladores y críticos del SAR serán los siguientes:

1. Programa de Supervisión y Gestión Ambiental
2. Programa de Difusión y Educación Ambiental.
3. Programa de Rescate y Reubicación de Fauna
4. Programa de Manejo Integral de Residuos

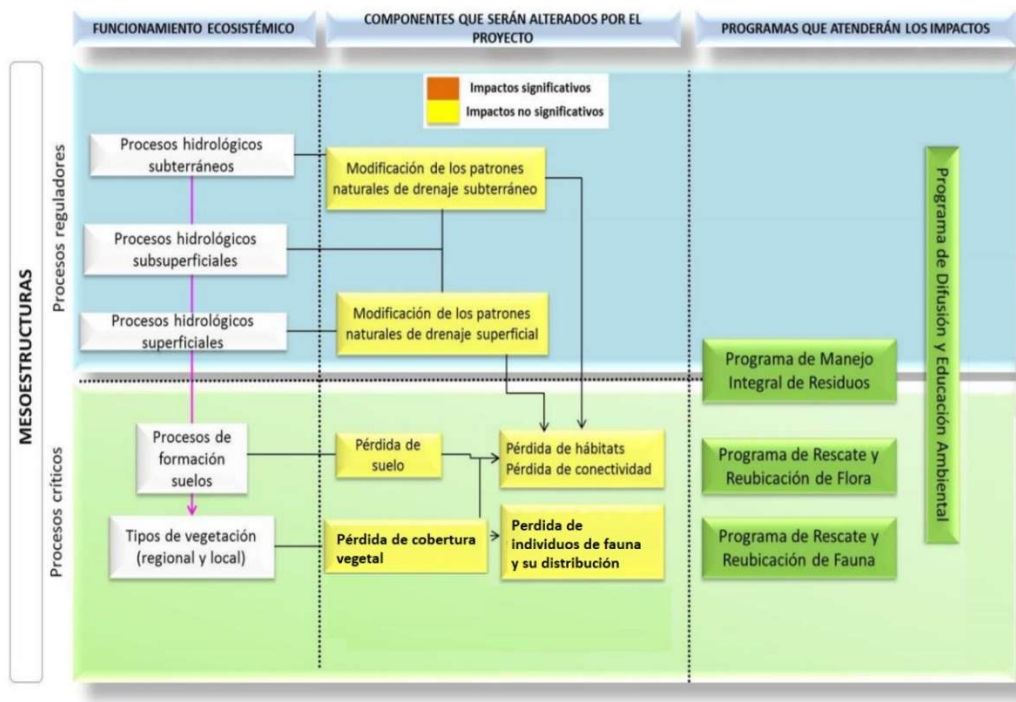


Figura VII.4. Esquema de la interacción del funcionamiento del ecosistema y el proyecto



VII.3.1 Programa de supervisión y gestión ambiental

El Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSGA) a implementar para el proyecto constituye la herramienta principal del SMGA y tiene como objetivo primordial orientar y coordinar las acciones previstas para el cumplimiento de obligaciones aplicables, así como las medidas establecidas en el presente capítulo y de las que establezca la autoridad, así como las acciones voluntarias en protección y conservación de los ecosistemas involucrados.

Este Programa considera medidas aplicables a:

a. Suelo.

Se deberá identificar previo al inicio de los trabajos, aquellos procesos o actividades que por su naturaleza podrán dar origen a la generación de Residuos Peligrosos, realizando un listado de los mismos, una proyección de los agentes causante en la generación, y los tipos de residuos que darán origen conforme a lo establecido en la Norma Oficial aplicable para el caso.

1. Realizar cambios de aceite y cargas de combustible de la maquinaria solo en los sitios autorizados.
2. Rescate de suelos orgánicos.
3. Descompactación y escarificación del suelo en sitios de obras provisionales.

b. Atmosfera

Se implementará un subprograma de calidad del aire y acústica con el objetivo de minimizar la dispersión de partículas y emisiones de gases de combustión que disminuya la calidad del aire del Proyecto.

Entre las actividades que se tienen contempladas están: Se hará un inventario de los vehículos y maquinaria que se utilizarán durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se llevará un registro del mantenimiento recibido a fin de garantizar que se encuentran en buen estado.

Los equipos utilizados en las diferentes etapas de construcción de la obra considerarán las recomendaciones del fabricante, a fin de garantizar su funcionamiento óptimo.

1. Afinación y mantenimiento periódico de vehículos y maquinaria que operen en los frentes de trabajo.
2. Riego de la superficie del suelo.
3. Evitar la quema de vegetación y trabajar en horario diurno.

c. Flora

La afectación de la cobertura vegetal solo se realizará en el área donde se establecerá el proyecto Limpieza del área del proyecto

Esta medida implica el retiro de la cobertura vegetal existente en el área del proyecto.

d. Paisaje.

Durante la preparación del sitio y construcción habrá impactos al paisaje por la presencia de maquinaria y equipo, materiales e insumos los cuales serán de carácter temporal.



La restauración de las áreas de afectación temporal y permitir el crecimiento de la vegetación arbustiva y herbácea en las vialidades internas y debajo de los paneles fotovoltaicos.

1. Trituración de material orgánico y almacenaje en sitios designados
2. Mezclado del concreto en lugares previamente destinados.

VII.3.2 Programa de difusión y educación ambiental

La educación y capacitación ambiental forman parte de una nueva tendencia que se intenta instaurar y promover en la sensibilización hacia el ambiente de los trabajadores que ejecutarán el proyecto en cada una de sus acciones. Lo cual lleva implícito la protección del medio ambiente.

El curso de concientización ambiental es un reforzamiento dirigido a todo el personal en donde se enfocará a la protección de la fauna silvestre, la prevención de la contaminación de suelos con residuos sólidos e hidrocarburos, el orden y limpieza de las áreas de trabajo, el manejo de los residuos, entre otros temas.

VII.3.3 Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.

Con la finalidad de mitigar al máximo posible los impactos a la fauna, se considera la ejecución del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRF). Para la implementación del programa se llevarán acciones de rescate y manejo de fauna, este programa se apoyará en el **subprograma de áreas de conservación** ya que en estas zonas se llevará a cabo la liberación de individuos y se conservará el hábitat.

VII.3.4 Programa de Manejo Integral de Residuos.

Como se indicó en la introducción del presente apartado, aunque la generación de residuos, es un impacto identificado con categoría de "bajo impacto" en el Capítulo V de la presente MIA, la empresa promotora es consciente de que el mal manejo de los mismos puede traer consecuencias para cada uno de los componentes ambientales y procesos ecosistémicos, por ello se establecieron medidas específicas para su control y manejo.

En las diferentes etapas de desarrollo del proyecto serán generados necesariamente residuos líquidos, sólidos y peligrosos, tal y como se refiere en los Capítulos II y V. Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación al suelo o al agua, se propuso un Programa Manejo Integral de Residuos, cuyos componentes son los siguientes:

La estructura del Programa de Manejo Integral de Residuos se indica en la siguiente figura:



Figura VII.5. Esquema del Programa de Manejo Integral de Residuos

De la información presentada es posible concluir que, con la implementación de las medidas de mitigación previas, así como las propuestas en el Capítulo VI de la MIA-R, se reducen al mínimo, los impactos producidos por el proyecto, logrando el objetivo de implementar un proyecto ambiental y técnicamente viable.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos de cada uno de los programas, el Programa de Supervisión y Gestión Ambiental realizará de forma periódica recorridos y observaciones durante cada una de las etapas del proyecto. Por lo anterior, se realizarán reportes de las acciones que han sido cumplidas en la resolución emitida por la SEMARNAT. Se llevará también un registro con el número de reuniones de planificación y de inspecciones para la supervisión de operación. Así mismo, se llevará a cabo una valoración del estado de salud ambiental a nivel predio una vez que entre en operación el proyecto.

Los procesos de gran escala son los que definen la estructura y funcionamiento del SAR. La importancia que representan dichos procesos (componentes macroestructurales), así como el nivel de conservación del SAR, permite que los factores externos al SAR sean absorbidos.

El proyecto, no alterará la estructura del SAR, porque no alterará los procesos de gran escala que definen el actual funcionamiento. Los impactos generados por el proyecto afectarán de forma directa a los procesos de mesoescala pero estos serán de carácter local, a nivel del predio.

Los beneficios sociales y ambientales del proyecto serán vistos a largo plazo, los cuáles serán mayores con respecto a los impactos que se generarán durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

VII.4 Evaluación de alternativas

El proyecto propuesto, se localiza en una zona con vocación en la generación de electricidad, y su posterior distribución a las áreas industriales ubicadas en diferentes centros urbanos localizados tanto en el municipio de Pinos como de los municipios y estados colindantes.

De acuerdo con lo establecido en la Guía para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional, se deben indicar las alternativas para el proyecto sobre:



- Ubicación; indicando los otros sitios alternativos de localización.
- De tecnología: indicando los procesos, métodos o técnicas alternativas.
- De reducción de la superficie a ocupar.
- De características en la naturaleza del proyecto, tales como dimensiones, cantidad y distribución de obras y actividades.
- De compensación de impactos residuales significativos.

A continuación, se presenta una síntesis del análisis realizado para cada uno de los puntos enlistados.

Criterios	Descripción
Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> • La irradiación solar promedio anual en el predio donde se ubica el proyecto Helios Solar es de 5.8 kWh/m²/día, superior a la media nacional (5 kWh/m²/día). • Con respecto a la Topografía del predio, cabe mencionar que debido al tipo de infraestructura que se instalará el terreno debe contar con una pendiente inferior a 30%; el predio seleccionado cuenta con una pendiente inferior a 8% clasificado como terreno plano a levemente ondulado, lo que lo hace apto para la instalación del equipo correspondiente. • Ubicación estratégica con respecto al punto de conexión a la red eléctrica mediante la línea de CFE de 230 kV que pasa por el predio. • Uso de suelo agrícola para 337.7214 ha • Terrenos que no presentan cobertura vegetal, ni vegetación • Terrenos sin construcciones, sin infraestructura tal como calles, avenidas, gasoductos u oleoductos, etc.; • Terreno alejado de aeropuertos y sus áreas de influencia; • Terreno sin antecedentes de situaciones de riesgo ambiental (inundaciones, sismos, derrumbes, etc.) • Cercanía a vialidades de acceso primarias a través de la parte sur del proyecto: Carretera Federal No. 80 San Luis Potosí - Lagos de Moreno
Económicos	<ul style="list-style-type: none"> • El Proyecto contribuirá a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Nacional. • Además, generará empleos directos por la compra insumos, materiales y la adquisición de servicios.
Sociales	<ul style="list-style-type: none"> • El Proyecto será ubicado en terrenos particulares los cuales serán beneficiados por el arrendamiento del terreno. Localmente habrá generación de empleos directos e indirectos principalmente durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción. • Creación de empleos directos e indirectos localmente durante la fase de construcción y la fase de operación de la central; • Existencia de mano de obra en la zona, así como la necesidad de generar fuentes de empleo en el área del proyecto; • El proyecto promoverá el movimiento de la economía local tales como comercio local, sitios de servicio a empleados, hospedaje, etc;
	<ul style="list-style-type: none"> • No se alteran o dañan los elementos naturales del área de influencia, ya que el proceso de generación de energía eléctrica mediante energía solar no requiere de ningún proceso de combustión, por lo que no se generarán emisiones a la atmósfera.



Criterios	Descripción
Ecológicos	<ul style="list-style-type: none">• Uso de suelo agrícola en terrenos con agricultura de riego y de temporal• El sitio donde se instalará el Proyecto no se identificó con alguna importancia ecológica como Área Natural Protegida (ANP) federal, estatal o municipal, Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ni Sitios RAMSAR.• Alta profundidad de mantos friáticos a través de sondeos
Normativos	<ul style="list-style-type: none">• La localización del proyecto considera el cumplimiento de la legislación energética y ambiental vigente y aplicable, que han expedido organismos públicos federales, estatales y/o municipales. Cabe destacar que, el Proyecto no se contrapone con ningún ordenamiento ecológico o urbano existente en la región.

Tabla VII.1. Criterios de selección.

Considerando los criterios en la tabla anterior, el Área del Proyecto fue la mejor alternativa para la ejecución del Proyecto, por la cercanía hacia la red de interconexión del Sistema Eléctrico Nacional, no provocará conflictos sociales y por el contrario la población se verá beneficiada por la generación de 350 empleos, aunque de manera temporal y en materia ambiental logrará compensar con medidas de mitigación y prevención aquellos impactos que pudiesen ser generados.

El desarrollo del proyecto no provocará conflictos sociales y por el contrario la población se verá beneficiada por la generación de empleos, aunque de manera temporal y en materia ambiental logrará compensar con medidas de mitigación y prevención aquellos impactos que pudiesen ser generados, esto debido a que la zona ya se encuentra previamente modificada de su estado natural, esto debido principalmente a las actividades humanas de la zona.

VII.5 CONCLUSIONES

Con la evaluación de los posibles escenarios descritos anteriormente podemos concluir que con la ejecución del presente proyecto no se provocara un mayor deterioro a las condiciones naturales de la zona, solo se sumará a las afectaciones ya presentes, esto debido a que en el área de influencia ya no existen las condiciones naturales del sitio, las cuales han sido remplazadas por actividades agrícolas y ganaderas necesarias para la sobrevivencia de los asentamientos humanos que existen en la zona.

Sin embargo, mediante la aplicación de las medidas de mitigación, estas modificaciones que se han realizado sobre el medio ambiente pueden verse reducidas, proveyendo al proyecto de mejores características ambientales como puede ser una mejor estabilidad en el suelo evitando la erosión con la revegetación de las zonas de ocupación temporal en el proyecto y que cuenten con la presencia de escurrimientos, lo cual permitirá un mejor funcionamiento y desplazamiento dentro de la planta fotovoltaica, así como también una mejor calidad paisajística, apoyando la sobrevivencia de los organismos tanto de flora como de fauna que todavía se observan dentro del SAR.

Con todo esto, se concluye que el proyecto es ambientalmente viable y el impacto ambiental potencial se considera mitigable, el grado de desarrollo y beneficio social se incrementara sin alterar el ambiente y la biodiversidad presente en el área de estudio cumpliendo con las disposiciones legales y ambientales aplicables al proyecto.



VIII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Memorias

En este apartado se presentan los procesos metodológicos que se llevaron a cabo como de apoyo a la delimitación del SAR, al trabajo en campo y gabinete para la caracterización ambiental, así como la metodología propuesta para la estimación de los impactos ambientales.

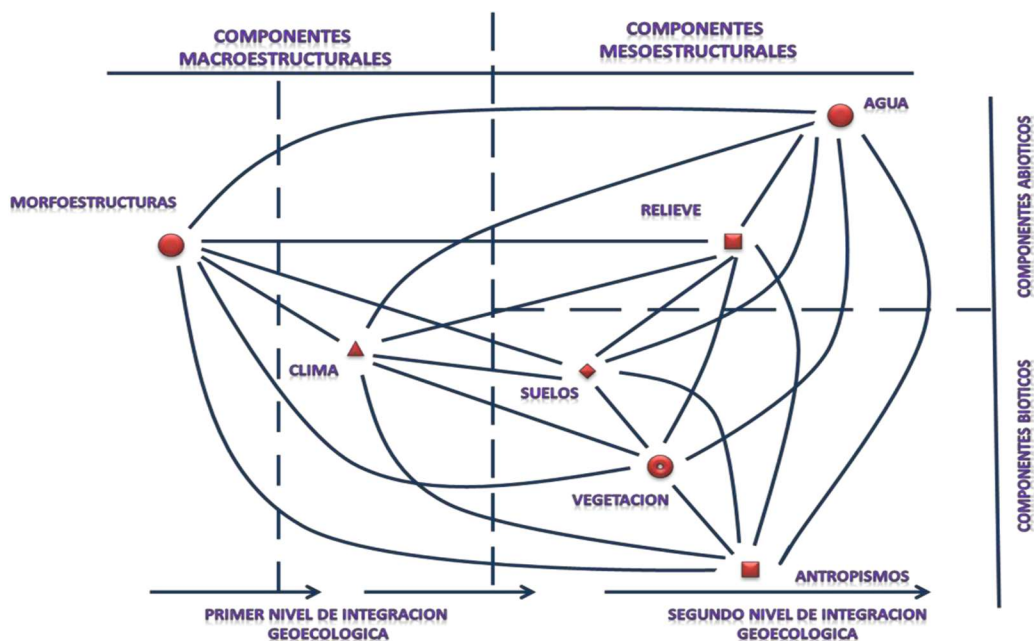
VIII.2 Metodología para la caracterización ambiental

Dentro del esquema ambiental se identifican dos marcos de análisis, el medio abiótico y el biótico.

La identificación de escalas de análisis fue fundamental para determinar un diagnóstico integrado del Sistema Ambiental Regional (SAR). De tal forma que la estructura del sistema, se divide en componentes macroestructurales y mesoestructurales.

Siendo los primeros los más estables, e independientes del sistema y los segundos los más dinámicos y dependientes y representan un segundo nivel de integración geocológica.

Al análisis de los componentes de carácter abiótico implicó un análisis integrado del clima, geología, relieve, agua, suelos y vegetación y la principal herramienta de análisis fue el Sistema de Información Geográfica (SIG) cuya plataforma fue ArcGis 9.3.



1. **Figura VIII. 1. Niveles de jerarquización de los componentes ambientales**

El criterio principal para la delimitación del SAR es de carácter físico-geográfico con énfasis en la hidrología. De esta manera, la unidad geográfica básica de referencia es la: CUENCA HIDROGRÁFICA, ya que ésta aproximación conceptual es reconocida por diversos autores como una forma ampliamente aceptada para la



gestión de recursos debido a que permite delimitar una porción del territorio a partir de la cual es posible tener una lectura integrada de los diversos componentes ambientales, sociales, culturales y económicos y las relaciones que se establecen entre éstos para definir la configuración, dinámica y estado actual de los ecosistemas que en él se desarrollan.

Los criterios para la delimitación del SAR fueron los siguientes:

- a) Como primer criterio para la delimitación del SAR fue estableció mediante el diseño de un sistema de microcuencas elaboradas a partir de un modelo digital de elevación.
- b) El segundo criterio utilizado para la delimitación del sistema ambiental regional fue el acuífero en el que se ubica el proyecto.
- c) El tercer criterio para la delimitación del SAR debido a que las condiciones de ubicación y paisaje el proyecto no incide en toda el área del acuífero, por lo que se procedió a delimitar con un tercer criterio el cual fue el sistema de topoformas y por lo que se tomó en cuenta el sistema de bajadas con lomeríos que es el sistema donde se encuentra el proyecto y por lo tanto si tiene influencia en este tipo.

Una vez obtenido el marco de funcionamiento del SAR, se integró la información biótica. Para conocer los tipos de vegetación, su estructura existente en la superficie donde se pretende ubicar el proyecto se realizó la caracterización de la misma.

Paralelamente, se efectuaron monitoreos para conocer la composición de vertebrados en el sitio, aplicando las metodologías que se describen a continuación para cada grupo taxonómico (reptiles, aves y mamíferos).

VIII.3 Flora y fauna

El levantamiento de datos de flora y fauna se llevó a cabo mediante muestreos, en distintas etapas.

VIII.3.1 Flora

Para la caracterización de los elementos vegetales se utilizó el "Método de cuadrante", técnica seleccionada debido a su eficiencia y nivel de precisión para muestrear los ecosistemas de tipo árido y semiárido presentes en el área del proyecto.

En este sentido, los métodos con parcela han sido ampliamente utilizados para la medición de sus atributos, siendo el método del cuadrante el más antiguo para la obtención de datos cuantitativos. Los cuadrantes pueden estar constituidos por cuadros, rectángulos o círculos y sus dimensiones dependen del tamaño de las plantas a evaluar.

Para la caracterización del área del proyecto, se utilizaron cuadrados de 10m x 10m, con una superficie individual de 100 m², siendo esta una de las más utilizadas para evaluar los componentes arbustivos de la región.

En cada localidad de muestreo se efectuó primeramente un reconocimiento sobre el número de estratos presentes, especificando aspectos como: Tipo de vegetación, altitud y coordenadas geográficas (latitud y longitud), realizando a continuación la identificación de las especies que las integran y las mediciones correspondientes.



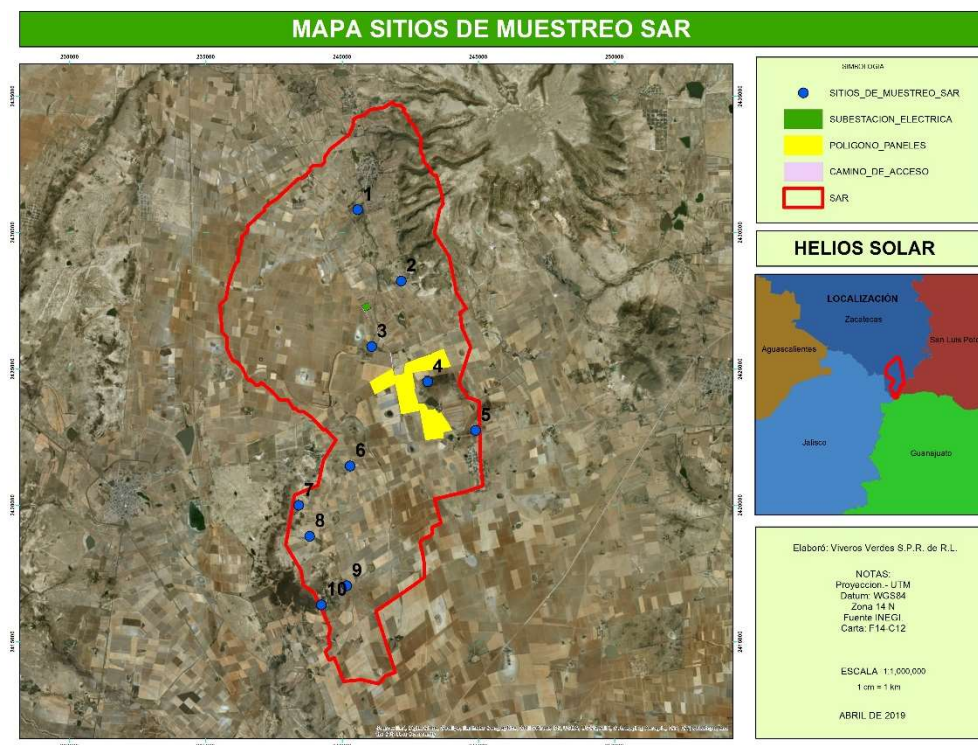
Los sitios de muestreo se delimitaron con una cuerda y con cintas de plástico, teniendo como centro cada estación. Los materiales utilizados para la colecta de los especímenes botánicos fueron: martillo de geólogo o piolet, tijeras de podar, bolsas de papel y prensa botánica; siendo importante señalar que únicamente se colectaron muestras de aquellas especies que no pudieron ser identificadas en campo.

Así mismo, se tomaron fotografías sobre el paisaje o fisonomía de la vegetación, principalmente de los diversos ejemplares presentes en los sitios para los cuales no fue posible su colecta.

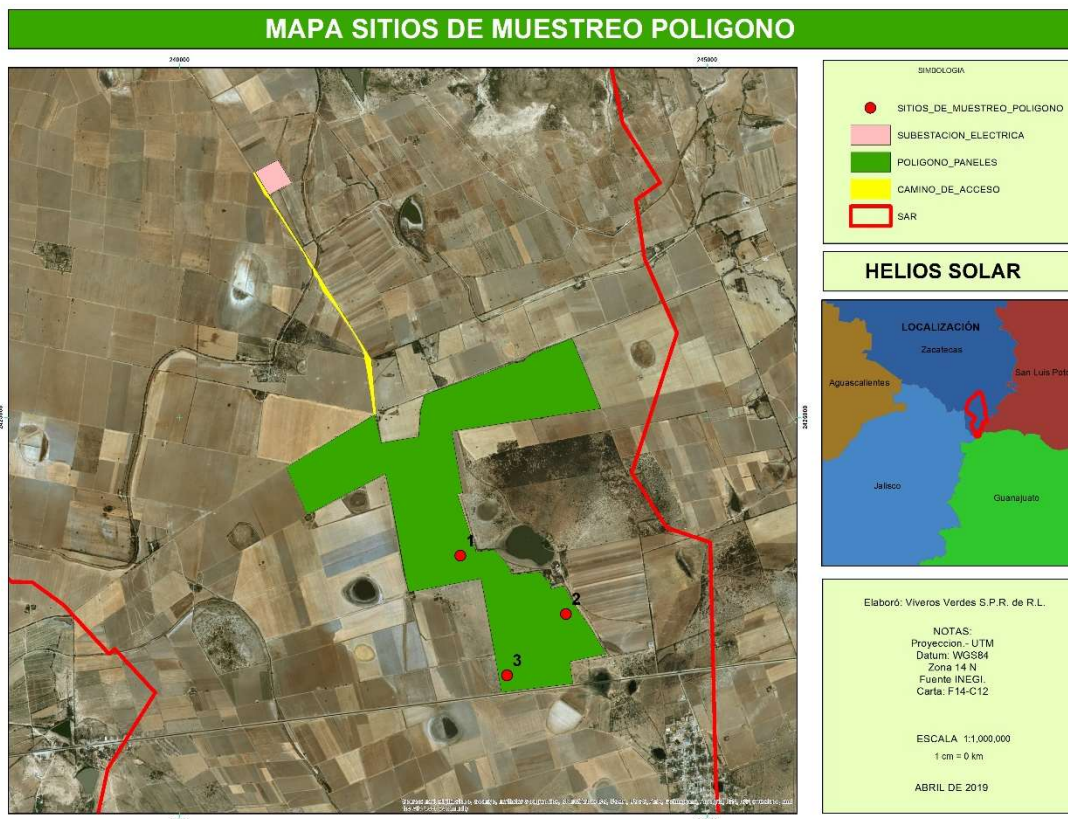
a. Esquema de muestreo.

Se llevaron a cabo diferentes recorridos en la superficie del proyecto en cuestión, con el objetivo de corroborar en campo lo analizado en literatura y obtener datos cuantitativos sobre la composición y estructura de los ecosistemas presentes, de igual manera se establecieron los puntos para el sistema ambiental regional tomando la coordenada UTM Datum WGS84 de cada una de ellas; así mismo, se contabilizó en cada una de ellas el número de ejemplares por especie identificada. Los sitios de muestreo fueron distribuidos aleatoriamente en el área del proyecto, ya que dicho arreglo es el más confiable estadísticamente (Jiménez Pérez, 2000, Apuntes del Curso "Evaluación de Recursos Forestales" del Programa de Maestría en Ciencias Forestales que ofrece la UANL).

Con esto, todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados como áreas de muestreo, aunque es importante resaltar que, mediante la aplicación de dicho método, como en algunos otros (bloques al azar, estratificado o sistemático), se evalúa sólo una fracción de la población de manera objetiva y se extrapolan los resultados obtenidos a toda la superficie de estudio.



2. Figura VIII. 2. Sitios de muestreo en el SAR



3. Figura VIII. 3. Sitios de muestreo en el área del proyecto

b. Procesamiento de datos

En estos sitios se determinaron el diámetro de fuste, diámetro de copa, altura y número de individuos por especie, para realizar posteriormente las estimaciones de Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr) y Frecuencia relativa (Fr), utilizando las siguientes fórmulas:

$$A = (\text{No. de individuos de la especie} / \text{No. total de todas las especies}) * 100$$

Se refiere a la relación de la densidad de las especies comparado con un total existente (Heiseke et al., 1985 y Franco et al., 1991).

$$Ar = (n / N) * 100$$

$$Dr = (\text{Área de la copa de la especie} / \text{Área de la copa de todas las especies}) * 100$$

Parámetro que da una idea del grado de participación de las especies en la comunidad (Heiseke et al., 1985 y Franco et al., 1991).

$$Dr = (\text{Área de copa de la especie "i"} / \text{Área de copa total}) * 100$$

$$F = (\text{No. de parcelas con la especie} / \text{No. de parcelas muestreadas}) * 100.$$



Parámetro que ofrece una idea de la distribución de las especies, siendo fundamental para conocer la estructura de la comunidad (Heiseke, et al., 1985, citado por Rocha, 1995).

$$Fr = (n / N) * 100$$

c. Estimación de Índices

Los índices han y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación. Si bien muchos investigadores opinan que estos comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son el único medio para analizar los datos obtenidos en un muestreo. Los índices que se manejarán en este trabajo son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación (Muller et al, 1974).

- Estimación del Índice de Valor de Importancia (IVI).

Es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia.

El índice corresponde a la suma de estos tres parámetros, siendo este valor el que revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal y un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

Para obtener el IVI es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del Índice debe ser igual a 300. Muchas veces no se tiene información o no es posible medir los tres parámetros utilizados para calcular el Índice, por lo cual en estos casos se deben sumar los valores de dos parámetros, cualquiera que sea la combinación.

- Estimación de Índices de diversidad.

La diversidad, en su definición, considera tanto al número de especies como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. En la actualidad, estos índices son criticados porque comprimen mucha información que puede ser más útil si se analiza de manera diferente.

A pesar de ello, los estudios florísticos y ecológicos recientes los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc. Normalmente, los índices de diversidad se aplican dentro de las formas de vida (por ejemplo, diversidad de árboles, hierbas, etc.) o dentro de estratos (diversidad en los estratos superiores, en el sotobosque, etc.).

A una escala mayor, no es posible calcular índices de diversidad, ya que aparte de conocer las especies, es necesario conocer la abundancia de cada una de éstas (Appanah, 1994).

Existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas. Para este estudio se utilizó el Índice de Shannon - Wiener, uno de los más frecuentes para determinar la diversidad de plantas de un determinado hábitat (Matteucci et al., 1974).

Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra.

- Índice de Shannon.

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de



estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Magurran 2001).

Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas).

La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio. (Moreno, 2001). El índice se calcula mediante la fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1} P_i (\ln P_i)$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener (heterogeneidad del hábitat);

S = Número de especies;

P_i =Abundancia relativa;

\ln =Logaritmo natural.

- **Equidad.**

La equitatividad (E) es, qué tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002).

Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

Puede demostrarse que cuando $p_i = 1/S$ para toda p_i , se alcanza la uniformidad máxima siendo p_i la proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n_i/N_t) para lo cual generalmente el índice de equidad más apropiado es el índice de Shannon. (Franco et al. 1989).

VIII.3.2 FAUNA

Para el caso de la fauna silvestre, previo a los monitoreos en campo se revisó literatura acerca de anfibios, reptiles, aves y mamíferos que potencialmente pudieran distribuirse en la región y por ende en el predio donde se pretende establecer el proyecto.

Composición de especies

El trabajo de campo para la determinación del inventario y descripción de los diferentes grupos de fauna consistió en la aplicación de distintas técnicas para conocer la composición de especies en el ecosistema (de manera paralela a las prácticas de caracterización de la vegetación), mismos que se señalan a continuación.

Los registros obtenidos mediante contacto visual principalmente y en segundo lugar auditivos. Las especies registradas fueron identificadas con la ayuda de binoculares Bushnell y fotografías obtenidas con cámaras digitales Nikkon P520, P100 y P510 con acercamientos ópticos de hasta 36X.



- **Metodología utilizada para los muestreos**

a) Reptiles

La búsqueda no restringida es el método más simple y frecuentemente utilizado para determinar la composición de estos grupos, el cual consiste en efectuar caminatas diurnas y/o en horarios crepusculares en busca de ejemplares de interés, pero sin que existan mayores reglas para la búsqueda (excepto buscar en todos los lugares posibles), pudiendo aportar información de manera relativamente rápida acerca de la riqueza de especies y su abundancia relativa en el área muestreada.

De esta manera, durante el establecimiento de las parcelas de muestreo para medir los atributos de la vegetación, así como durante los recorridos efectuados para establecer los monitoreos de aves y mamíferos, se registraron aquellas áreas que pudieran representar un hábitat potencial de refugio para los anfibios y reptiles, documentándose estos grupos por observación directa o indirecta (principalmente huellas), para evitar implementar técnicas de captura.

b) Aves

Para el monitoreo de las aves, se aplicó un muestreo sistemático llamado "Técnica de puntos de conteo", el cual es uno de los más utilizados para obtener la composición de especies de una comunidad, y sirve además para monitorear en tiempo las variaciones de su abundancia en un ecosistema. Dicha técnica se desarrolla mejor en comunidades de matorral o en ecosistemas con existencia de especies maderables.

El monitoreo se inicia avanzando 100 m en la vegetación, tratando de ubicar estaciones de observación en cada transecto, con un diámetro de 50 m cada una y a una distancia de 150 m entre ellas. Una vez definido el punto de conteo, se procede a registrar aquellas especies observadas y/o identificadas por su canto durante cinco a 10 minutos de observación en cada estación de conteo (el observador permanece en un punto fijo y toma nota de todas las aves vistas y oídas).

La técnica se aplica durante las horas crepusculares y antes del mediodía, con la finalidad de cubrir una mayor cantidad de especies con diferentes hábitos. De la misma manera, en la distribución de los transectos, se considera su localización dentro de la vegetación, en espacios abiertos y en las orillas de la comunidad, para aprovechar el efecto borde y obtener así una mayor cobertura.

El observador debe acceder al punto de conteo causando el mínimo de perturbación a las aves y debe comenzar a contar tan pronto como llegue al punto. Los conteos por puntos son el principal método de monitoreo de aves terrestres en un gran número de países, debido a su eficacia en todo tipo de terrenos y hábitats, y a la utilidad de los datos obtenidos.

La anterior metodología fue tomada del "Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres". A continuación se presenta su ficha bibliográfica:

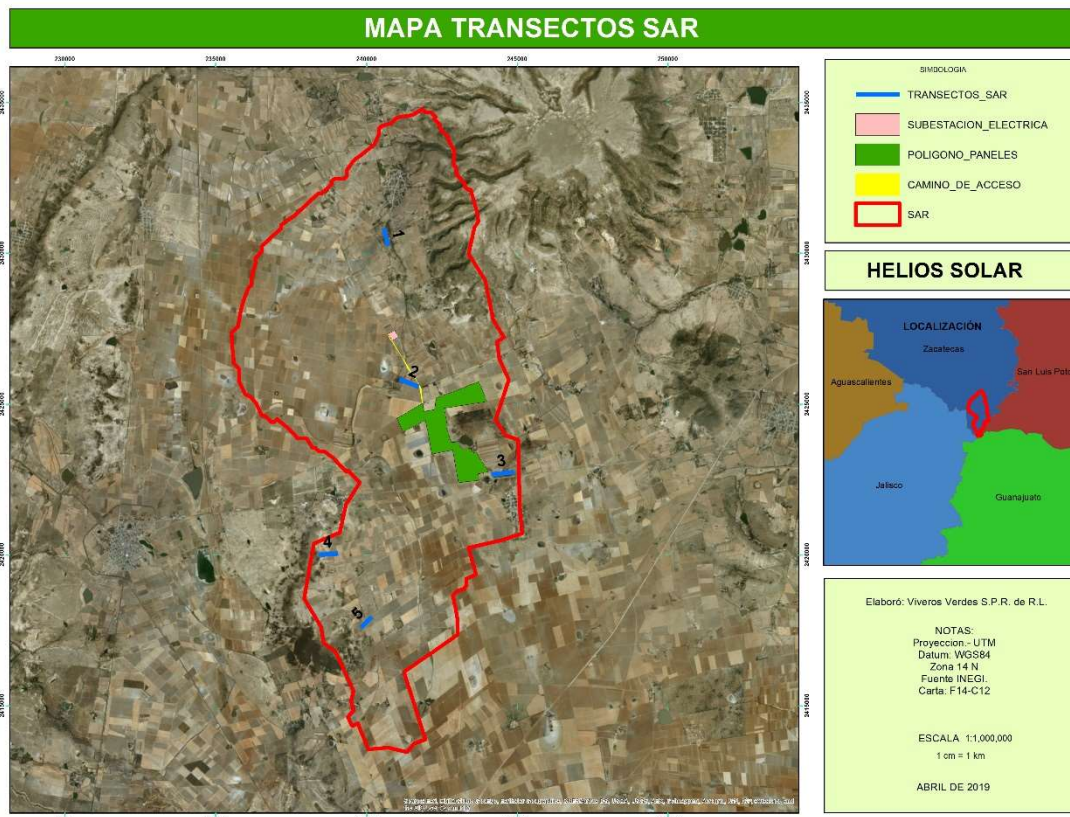
- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

En la siguiente imagen se presentan las coordenadas de los transectos realizados para los muestreos de fauna silvestre (utilizados para los tres grupos identificados). Dichos transectos fueron distribuidos al azar en la



superficie del terreno y dirigidos hacia un rumbo que incluyera preferentemente diferentes características del terreno (relieve, presencia de rocas, vegetación, etc.) con una longitud variable desde los 443 metros hasta los 464 metros.

Las coordenadas fueron tomadas utilizando el Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS84. De igual manera, se pueden observar en la siguiente Figura.



4. Figura VIII. Transectos a nivel SAR.

c) Mamíferos

La presencia de este grupo fue determinada mediante observaciones directas e indirectas (identificación de huellas y excretas), con la finalidad de evitar implementar técnicas de captura. Para lo anterior, se llevan a cabo recorridos en las horas del crepúsculo y antes del mediodía, motivo por lo cual, se utilizaron los transectos de aves para llevar a cabo también el monitoreo de mamíferos.

Sobre lo anterior, es importante señalar que el uso de transectos ha tomado una gran importancia en estudios de fauna silvestre, pudiendo ser implementados en desplazamientos para documentar biodiversidad de un área o para cuantificación de especies silvestres (Carrillo et al. 2000).

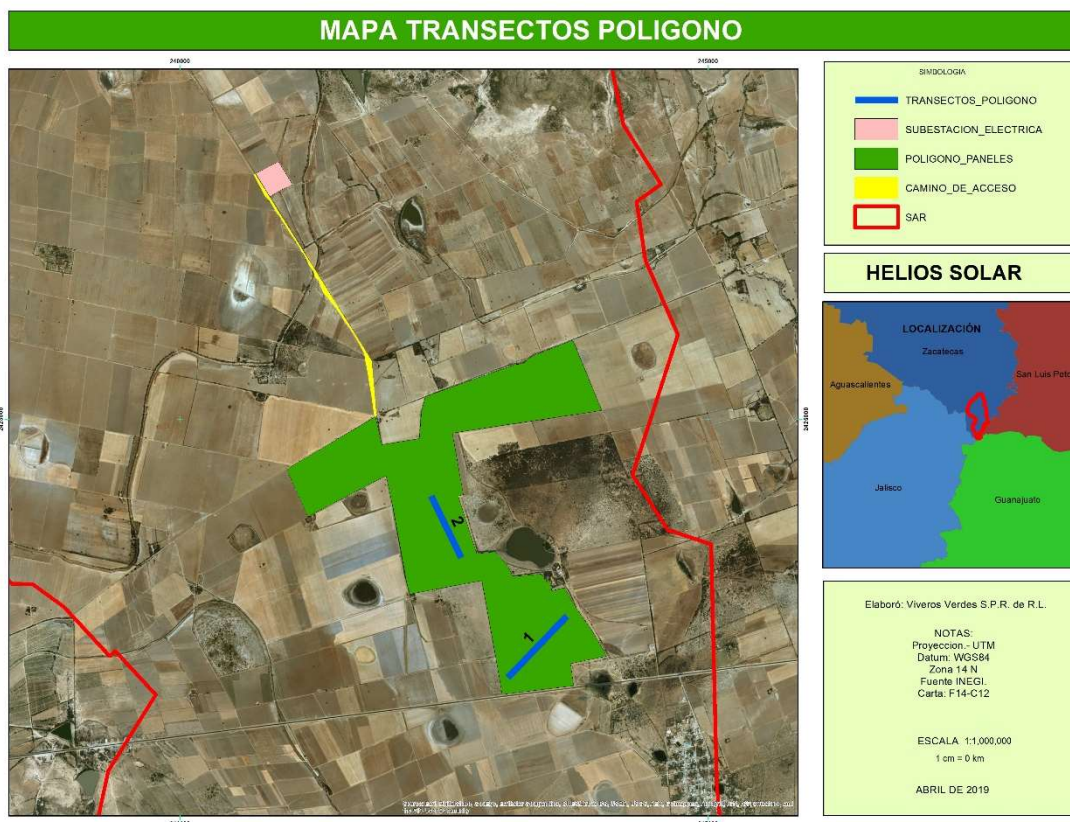
Muchos estudios han hecho uso de esta técnica con resultados satisfactorios, no sólo en la búsqueda de rastros indirectos de fauna, sino además en los recorridos de avistamiento directo de los mismos, lográndose ambos tipos de registros.



La anterior metodología fue tomada de diversos documentos, como por ejemplo el denominado "Evaluación de técnicas de campo para el monitoreo de fauna cinegética en la cuenca del río Valle, Chocó" y "Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales". A continuación se presentan sus fichas bibliográficas:

- Chiriví-Henriquez, Adelaida. 2006. Evaluación de técnicas de campo para el monitoreo de fauna cinegética en la cuenca del río Valle, Chocó. Bogotá. D.C. 127 p.
- Bautista, Z. Francisco; Delfín, G. Hugo; Palacio, P. José L; Delgado, C. María del C. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. México, D.F. 507 p.

Para este fin se utilizaron los mismos transectos utilizados para el monitoreo de aves.



5. Figura VIII.5. Transectos a nivel área del proyecto

VIII.4 Identificación de las interacciones proyecto-entorno

Para el desarrollo de la presente sección, se consideraron técnicas conocidas para la identificación de impactos en las diferentes etapas del proyecto, las principales herramientas utilizadas son:

- a) El sistema de información geográfica.
- b) Grafos o redes de interacción causa-efecto
- c) Matrices de interacción
- d) Juicio de expertos



A continuación, se describen brevemente cada una de ellas:

Herramienta	Descripción
El sistema de información geográfica.	Para el proyecto se generaron mapas de inventario de manera que a través de la sobreposición que ofrece el sistema de información geográfica, los impactos de ocupación surgen de manera directa y evidente.
Grafos o redes de interacción causa-efecto	Consisten en representar sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aún cuando ésta técnica es menos utilizada que las matrices de interacción, refleja de una mejor manera la cadena de acontecimientos y sus interconexiones, es decir, las redes de relaciones entre la actividad y su entorno. Se sugiere que la técnica del grafo y la de las matrices deben considerarse de forma complementaria. (Gómez-Orea, 2002) En la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto: la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha.
Matrices de interacción	Por definición, son cuadros de doble entrada, en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos, ambas entradas identificadas en tareas anteriores. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá que analizarlo después.
Juicio de expertos	Las consultas a paneles de expertos se facilita mediante la utilización de métodos diseñados para ello en donde cada participante señala los factores que pueden verse alterados por el proyecto y valora dicha alteración según una escala preestablecida y por aproximaciones sucesivas, en donde se comparan y revisan los resultados individuales, se llega a un acuerdo final que se especifica y justifica en un informe. (Gómez-Orea, 2002)

1. Tabla VIII.4. Descripción de las herramientas utilizadas en la identificación de impactos.

Las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación y se registran numerosas propuestas en la literatura especializada, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas, siendo la identificación de impactos el paso más importante en la EIA.

a) El sistema de información geográfica (SIG): Para la caracterización del SAR se utilizó lo siguiente:

1. Definición de unidades naturales y zonificación del predio.
2. Sistema de información geográfica.
3. Información generada en los trabajos de campo.

Lo anterior permitió evaluar la situación ambiental del predio y el SAR definido y delimitado para el proyecto.



b) Grafos o redes de interacción causa-efecto

Se realizaron grafos para cada etapa del proyecto. Se eligió dicha técnica ya que representan sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio.

Aún en la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto, se hizo una modificación a la técnica, se adicionó el efecto de manera escrita para cada componente, lo anterior para mejorar y clarificar el efecto o impacto sobre el ambiente.

c) Matrices de interacción

Siguiendo la observación que hace Gómez-Orea, y mencionada anteriormente, con relación a la conveniencia de considerar la técnica del grafo y la de las matrices de forma complementaria, se elaboró la siguiente matriz de interacciones, tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos y la información cuantitativa generada con el SIG, además de la Evaluación Florística y Faunística del Predio, la hidrología y las unidades ambientales.

La matriz de interacciones se implementó considerando las actividades previstas por el proyecto (Capítulo II) y los factores ambientales relevantes por componente ambiental potencialmente afectable. Esta matriz se denominó Matriz de Interacciones, la cual permite identificar los impactos positivos y negativos que generará el proyecto, evidenciando los componentes más afectados por el desarrollo del proyecto y la etapa que generará más efectos positivos o negativos, así como la cuantificación de las acciones que generarán con mayor recurrencia. Como ya se mencionó anteriormente, esta primera matriz, apoya los análisis del grafo, y el SIG enmarcados en todo momento por el juicio de expertos.

Cabe mencionar la importancia y valor del análisis descrito ya que no solo se identifican los impactos, sino también ayuda a definir las medidas de prevención, mitigación y compensación, que a su vez son integradas en el Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental propuesto para el proyecto y que se describe en el Capítulo VI.