



- I. **Unidad Administrativa que clasifica:** Delegación Federal en Sonora.
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A) así como su respectivo resolutivo.
- III. **Partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente al Contienen DATOS PERSONALES concernientes a una persona identificada o identificable tales como: 1) Domicilio particular como dato de contacto o para recibir notificaciones. 2) Teléfono y correo electrónico de particulares. 3) OCR de la Credencial de Elector (domicilio y fotografía). 4) RFC personas físicas. 5) CURPs; los cuales se encuentran en el capítulo I de la MIA y primera página en el caso de los resolutivos. Consta de 66 versiones públicas.
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 fracción VII y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:**

LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA.

"Con fundamento en artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia Por ausencia del Titular de la Delegación Federal en el Estado de Sonora, Previa designación firma el presente la Jefa de Unidad Jurídica"

Fecha de Clasificación y número de acta de sesión: Resolución 034/2019/SIPOT, en la sesión celebrada el 02 de abril de 2019.

¹ En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

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

1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1.1 Nombre del Proyecto

Manifestación de Impacto Ambiental – “Proyecto Fotovoltaico Peñas Prietas Sonora” (en lo sucesivo: “Proyecto”)

1.1.2 Ubicación (dirección) del Proyecto

La planta solar fotovoltaica se localiza a unos 23km al Noreste de la ciudad de Cananea, Municipio Cananea, en el estado de Sonora. Sobre kilómetro 58 de la carretera Núm. 2 tramo Cananea – Agua Prieta. La zona donde se ubicará el proyecto se encuentra fuera del límite urbano, correspondiendo a zona rural.

En el Capítulo II se presenta la ubicación del proyecto y el alcance del mismo en un mapa correspondiente a la Figura 1.1 (Anexo 1.1).

De acuerdo con el plano de general del Proyecto los vértices que definen los polígonos de cada área del proyecto se presentan en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 *Coordenadas UTM del polígono donde se desarrollará el Proyecto.*

	X	Y
1	589,836.9	3,440,636.9
2	589,860.2	3,440,629.3
3	589,876.6	3,440,620.5
4	589,890.6	3,440,611.4
5	590,027.9	3,440,523.9
6	590,045.9	3,440,504.9
7	590,175.2	3,440,400.6
8	590,438.0	3,440,426.9
9	590,567.4	3,440,465.0
10	590,776.5	3,440,270.4
11	590,889.6	3,440,300.6
12	591,341.0	3,439,781.4
13	592,234.8	3,439,059.1
14	592,234.6	3,438,862.9
15	592,087.5	3,438,867.2
16	592,077.3	3,438,483.3
17	591,984.5	3,438,297.3

	X	Y
18	591,836.0	3,438,301.5
19	591,652.6	3,438,404.1
20	590,842.4	3,438,499.7
21	590,811.3	3,438,760.8
22	590,478.3	3,438,762.9
23	590,414.8	3,438,143.5
24	590,151.7	3,438,132.0
25	590,159.8	3,438,045.2
26	589,927.8	3,438,041.7
27	589,810.9	3,438,222.5
28	589,511.8	3,438,229.9
29	589,517.6	3,437,907.7
30	589,398.0	3,437,697.8
31	589,070.1	3,437,689.5
32	589,060.5	3,437,878.5
33	588,997.1	3,437,883.2
34	588,990.8	3,437,970.9
35	588,772.2	3,437,969.7
36	588,784.4	3,438,185.0
37	588,934.3	3,438,188.6
38	588,929.2	3,438,498.3
39	588,926.0	3,438,679.2
40	588,252.6	3,438,704.9
41	588,188.6	3,438,943.4
42	588,265.2	3,438,993.8
43	588,223.9	3,439,709.5
44	588,270.1	3,439,739.8
45	588,256.0	3,439,758.7
46	588,262.7	3,439,765.9
47	588,280.4	3,439,746.6
48	588,328.6	3,439,778.2
49	589,114.3	3,440,296.7
50	589,559.6	3,440,590.3
51	589,580.8	3,440,601.3
52	589,605.7	3,440,613.5
53	589,657.1	3,440,636.4
54	589,661.2	3,440,636.9

UBICACIÓN DEL PROYECTO

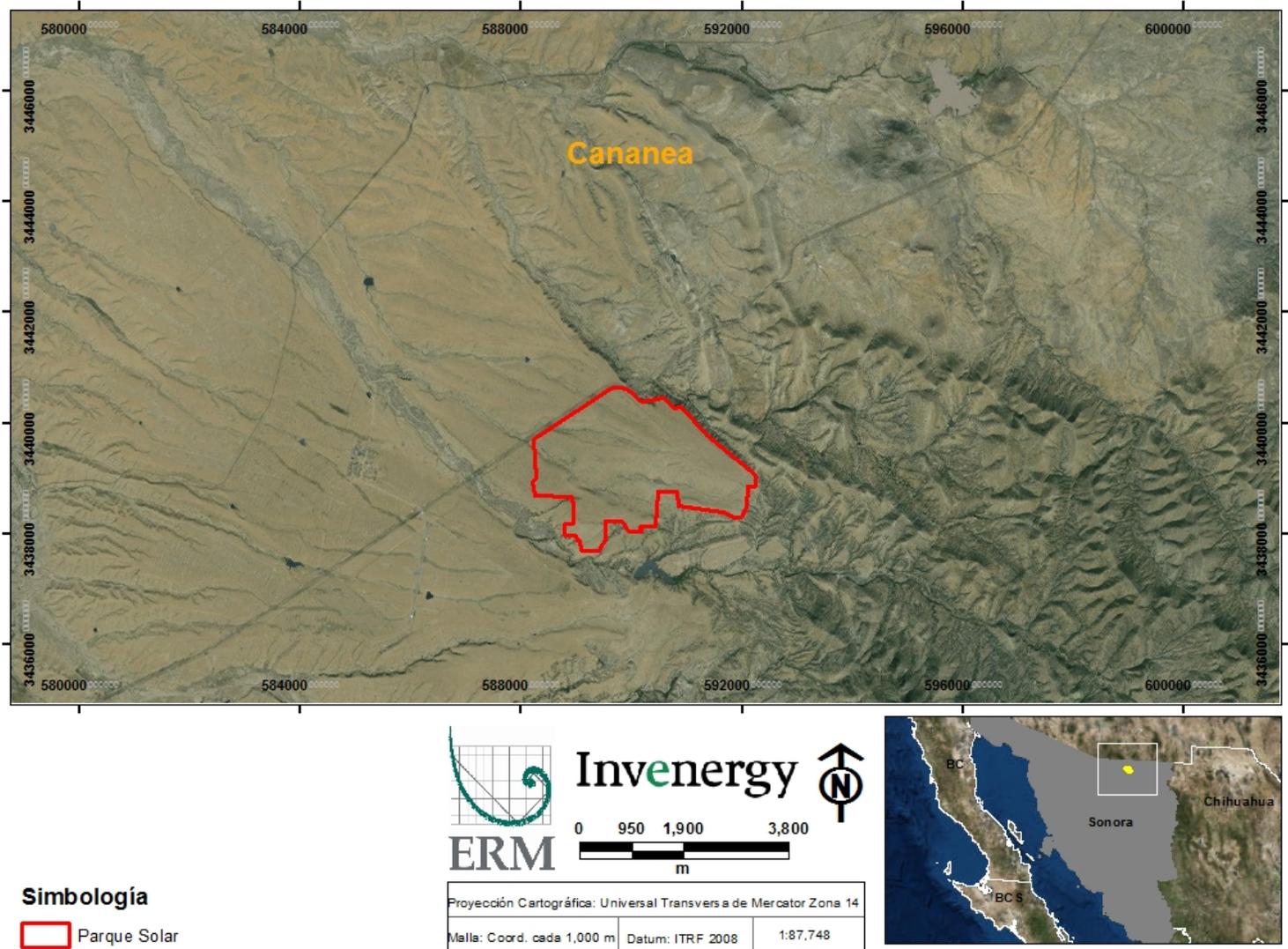


Figura 1.1 Localización geográfica del Proyecto

1.1.3 *Tiempo de vida útil del Proyecto*

Para las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se ha considerado un programa de 12 meses y una vida útil de 25 años.

1.1.4 *Presentación de la documentación legal*

La empresa Proyectos Transparentes, S. de R.L. de C.V (En lo sucesivo el Promovente) presenta un acta constitutiva sentada mediante el instrumento (póliza) número 5,216 ante el Lic. Fernando Martínez Macedo, Corredor Público número sesenta y siete del Distrito Federal, el 18 de julio de 2016 (Anexo 1.2).

1.2 *DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE*

1.2.1 *Nombre o razón social*

Proyectos Transparentes, S. de R.L. de C.V.

1.2.2 *Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del Promovente*

PTR160718QM8 (Anexo 1.3).

1.2.3 *Nombre y cargo del representante legal*

Carlos Gomez Randó es el representante legal en México del Promovente, de acuerdo con el poder notarial incluido en el Anexo 1.2a. En el Anexo 1.4 se incluye copia de su identificación oficial.

1.2.4 *Dirección del Promovente para recibir u oír notificaciones*

Calle: Torre Esmeralda II, Piso 23, Blvd. Miguel Ávila Camacho 36, Int. 2301
Colonia: Lomas de Chapultepec.
Delegación: Miguel Hidalgo
Estado: Ciudad de México
Código Postal: 11000
Teléfono: +52-55-5083-1100
e-mail: CGomez@invenergyllc.com

En el Anexo 1 se presentan copias de los documentos legales del Promovente, es decir:

- Anexo 1.2 - Acta constitutiva del Promovente
- Anexo 1.2a - Poder notarial del representante legal de Promovente
- Anexo 1.3 - Registro Federal de Contribuyentes de Promovente

- Anexo 1.4 - Identificación oficial del representante legal de Promovente
- Anexo 1.5 – Cédulas profesionales de los participantes en la elaboración de la MIA-P

1.3 RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.3.1 Nombre o Razón Social.

ERM México, S.A. de C.V.

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) o CURP

EME900717GVA

1.3.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio

En el Anexo 1.5, se incluyen las copias de las cédulas profesionales de los participantes.

RESPONSABLES:

Manuel Ortiz Monasterio Quintana
Director General

ERM México, S.A. de C.V.

Paola Romero Crespo
Líder de la práctica de Impacto
Ambiental

ERM México, S.A. de C.V.

1.3.4 Dirección del Responsable Técnico del Estudio

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**2.1.1 Naturaleza del Proyecto**

El Proyecto tiene por objeto la generación de energía eléctrica a partir de la energía proveniente del sol y distribuir dicha energía a través del Sistema Eléctrico Nacional. Con este fin, se instalará una planta solar fotovoltaica compuesta por 486,864 paneles o módulos fotovoltaicos de 325 W cada uno, con una potencia total instalada en corriente alterna de 133 MW y una potencia nominal en corriente directa de 158.23 MW.

Con ello se potencia el aprovechamiento de las energías renovables para la producción de una energía limpia que ayude a la disminución de la generación de energía eléctrica con fuentes convencionales contaminantes.

El proceso de transformación es sencillo y se realiza a partir de la instalación de los paneles o módulos Fotovoltaicos que recibirán la incidencia de la energía solar. Toda la energía captada por los módulos se transporta a unos equipos llamados inversores que transforman la corriente continua en corriente alterna a una tensión de 34.5 kV. Se evacuará la energía producida en una subestación elevadora de parque donde se elevará la tensión de 34.5 a 230 kV.

La energía producida por la instalación será transportada mediante una línea aérea m hasta una subestación transformadora aún por definirse, para que pueda llegar a los consumidores. Dado que la subestación transformadora y la ruta final de la línea de transmisión están por definirse, los estudios ambientales específicos para la línea se presentarán posteriormente.

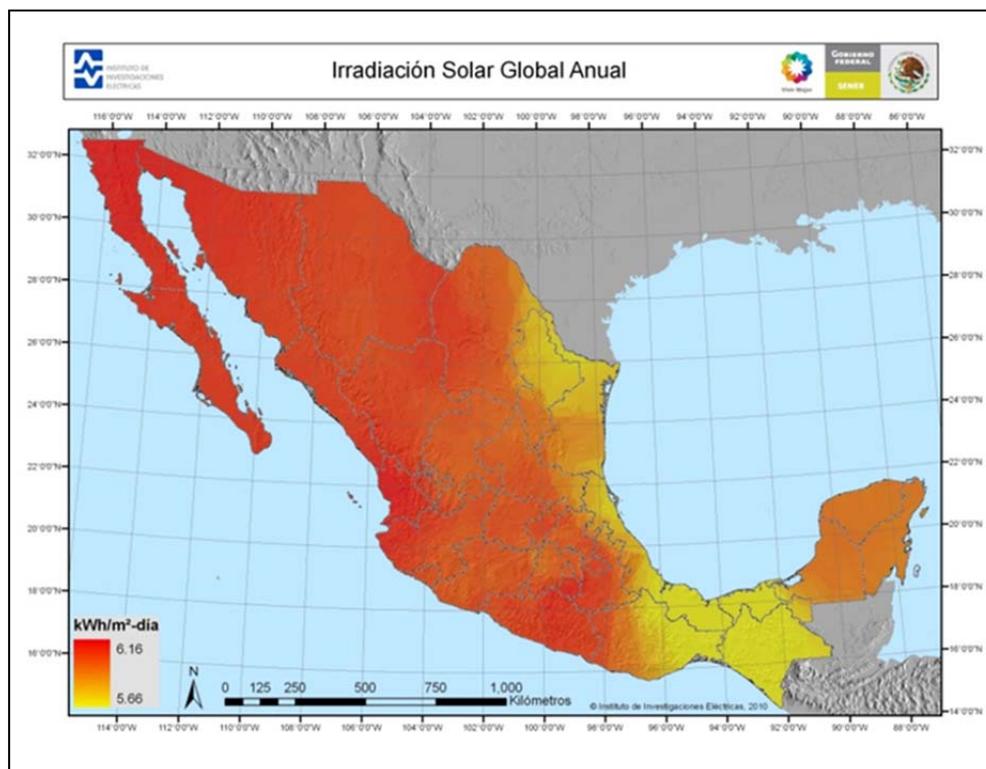
El Proyecto incluye las siguientes obras:

1. Planta solar fotovoltaica con un área ocupada por los módulos fotovoltaicos de 321 Ha, dentro de una propiedad de aproximadamente 695 Ha. El Proyecto generará 133 MW.
2. Subestación Elevadora de parque formada por una bahía con un transformador trifásico 230/34.5 kV de capacidad 150 MVA y un alimentador, así como un edificio control.

Más adelante en este capítulo se dan detalles de las obras mencionadas. El Anexo 2.1 contiene el plano general del Proyecto.

Este Proyecto permitirá contribuir con el abastecimiento energético de México mediante el uso de una fuente limpia de energía: el sol.

México es uno de los países del mundo con mayor promedio de radiación solar anual, con índices que van desde los 4.7 kWh/m² a los 6.3 kWh/m² por día. En la Figura 2.1, se presentan los niveles de radiación solar en México.



Fuente: Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)

Figura 2.1 Niveles de radiación en México (kWh/m²)

La energía solar fotovoltaica ofrece un gran número de ventajas sobre métodos de energía convencionales. Por ejemplo:

- **Disponibilidad.** La radiación solar es la fuente más abundante de energía en el mundo y es prácticamente inagotable ya que no se requiere una radiación directa ni constante para su funcionamiento.
- **Ecológica.** Su producción es completamente renovable y no involucra emisiones atmosféricas contaminantes, ruidos, excavaciones profundas u obras civiles de gran magnitud ni consumo de agua significativo.
- **Rentable.** Una vez realizada la inversión inicial, la operación y mantenimiento se limitan a una simple limpieza de los paneles, ajustes técnicos y reemplazamiento de los paneles que no funcionan, lo que reduce los costos de operación.
- **Ahorrativa.** Los sistemas de energía solar contrarrestan el consumo de energía proveniente de métodos convencionales, al ofrecer ahorros significativos a largo plazo ya que el costo de los combustibles aumenta con el paso del tiempo debido a su escasez.

- **Flexible.** Los paneles solares brindan múltiples posibilidades para integrarse a cualquier área o terreno, con ciertos impactos visuales y estéticos. También puede ser instalado en zonas de difícil acceso o remotas.

Este Proyecto se basa en el aprovechamiento de la energía solar por medio en una serie de módulos fotovoltaicos (FV) y la aplicación de un proceso de transformación que a su vez producirá energía eléctrica, sin el uso de medios contaminantes, para ser suministrada al Sistema Eléctrico Nacional. Los sistemas FV, como los que se plantean para este Proyecto, son fáciles de instalar, requieren un mantenimiento mínimo y son de gran confiabilidad y duración.

Además de la cantidad y calidad de la radiación solar en la zona del Proyecto, la ubicación del sitio respondió a las siguientes necesidades y consideraciones:

- Punto de conexión a red eléctrica.
- Lejanía de centros urbanos.
- Existencia de una infraestructura vial disponible.
- Localizada fuera de un área natural protegida de competencia federal.
- No afectación a áreas boscosas o con vegetación natural, ni áreas de alto valor.
- Retirada de zonas turísticas o de potencial turístico.
- Disponibilidad y calidad de mano de obra existente cercana.
- Generación de empleo en construcción, para montaje y obras.
- Fomento de empleo para mantenimiento y gestión del parque durante su vida útil.
- Uso de suelo compatible con las actividades a realizar.

2.1.3 *Ubicación física del Proyecto y plano de localización*

La planta solar fotovoltaica se localiza a unos 23km al Noreste de la ciudad de Cananea del municipio Cananea, en el estado de Sonora. Sobre kilómetro 58 de la carretera Núm. 2 tramo Cananea – Agua Prieta. La zona donde se ubicará el proyecto se encuentra fuera del límite urbano, correspondiendo a zona rural.

En la siguiente Tabla 2.1 se presentan las coordenadas UTM (WGS 1984 DATUM, Zona 12R) de la poligonal que conforman la planta fotovoltaica. Los vértices señalados en la tabla se muestran a continuación en una figura.

Tabla 2.1 *Coordenadas de los vértices de los polígonos del Proyecto*

	X	Y
1	589,836.9	3,440,636.9
2	589,860.2	3,440,629.3
3	589,876.6	3,440,620.5
4	589,890.6	3,440,611.4
5	590,027.9	3,440,523.9
6	590,045.9	3,440,504.9
7	590,175.2	3,440,400.6

	X	Y
8	590,438.0	3,440,426.9
9	590,567.4	3,440,465.0
10	590,776.5	3,440,270.4
11	590,889.6	3,440,300.6
12	591,341.0	3,439,781.4
13	592,234.8	3,439,059.1
14	592,234.6	3,438,862.9
15	592,087.5	3,438,867.2
16	592,077.3	3,438,483.3
17	591,984.5	3,438,297.3
18	591,836.0	3,438,301.5
19	591,652.6	3,438,404.1
20	590,842.4	3,438,499.7
21	590,811.3	3,438,760.8
22	590,478.3	3,438,762.9
23	590,414.8	3,438,143.5
24	590,151.7	3,438,132.0
25	590,159.8	3,438,045.2
26	589,927.8	3,438,041.7
27	589,810.9	3,438,222.5
28	589,511.8	3,438,229.9
29	589,517.6	3,437,907.7
30	589,398.0	3,437,697.8
31	589,070.1	3,437,689.5
32	589,060.5	3,437,878.5
33	588,997.1	3,437,883.2
34	588,990.8	3,437,970.9
35	588,772.2	3,437,969.7
36	588,784.4	3,438,185.0
37	588,934.3	3,438,188.6
38	588,929.2	3,438,498.3
39	588,926.0	3,438,679.2
40	588,252.6	3,438,704.9
41	588,188.6	3,438,943.4
42	588,265.2	3,438,993.8
43	588,223.9	3,439,709.5
44	588,270.1	3,439,739.8
45	588,256.0	3,439,758.7
46	588,262.7	3,439,765.9
47	588,280.4	3,439,746.6
48	588,328.6	3,439,778.2
49	589,114.3	3,440,296.7
50	589,559.6	3,440,590.3

	X	Y
51	589,580.8	3,440,601.3
52	589,605.7	3,440,613.5
53	589,657.1	3,440,636.4
54	589,661.2	3,440,636.9

En la siguiente Fuente: Invenergy, 2017

Figura 2.2 se puede observar la distribución de los vértices contenidos en la tabla anterior.

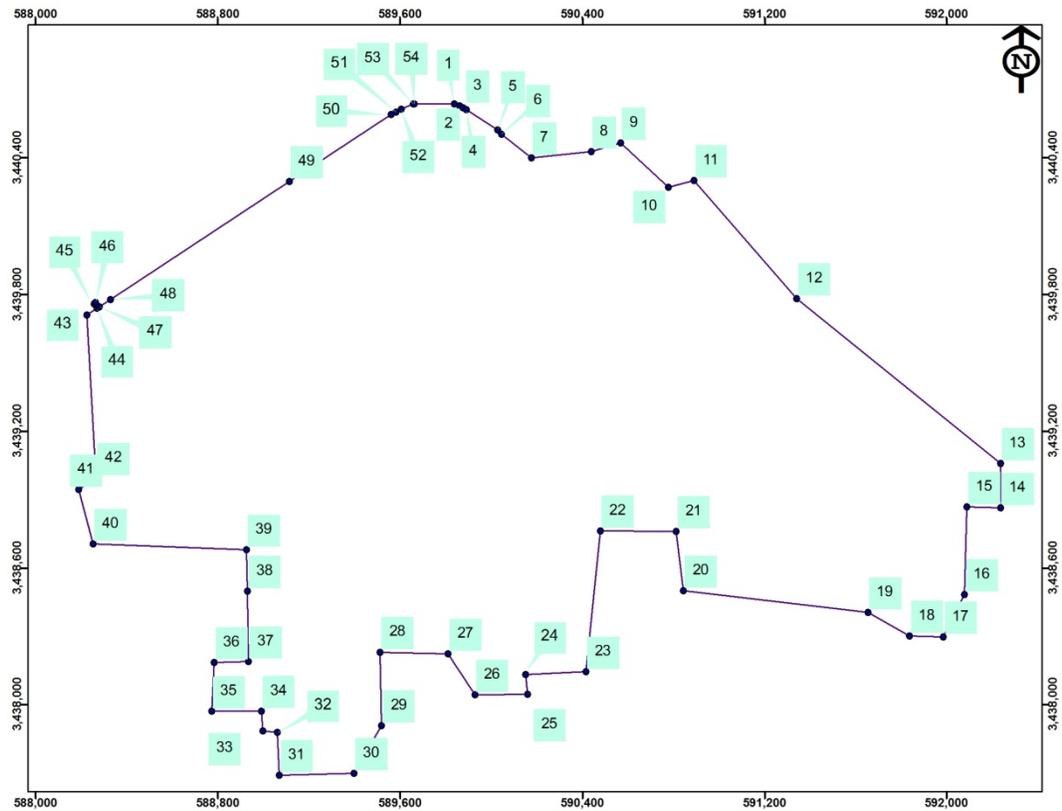


Figura 2.2 Fuente: Invenergy, 2017
Vértices del Proyecto

2.1.4 Inversión requerida

El Proyecto requerirá una inversión aproximada de \$22,114,940,000 de pesos mexicanos (122 millones de dólares al tipo de cambio publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2017).

2.1.5 Dimensiones del Proyecto

La poligonal de la planta encierra una superficie aproximada de 695 Ha (área total del Proyecto), de las cuales únicamente se verán ocupadas 321 Ha para el montaje

de los paneles fotovoltaicos, caminos, subestación e instalaciones provisionales. El desglose de las áreas ocupadas se muestra en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 *Desglose de áreas del Proyecto*

<i>Concepto</i>	<i>Superficie, ha</i>	<i>Porcentaje con relación al total del área del Proyecto %</i>
Superficie poligonal de la planta	694.10	100
Obras permanentes		
Área de desplante de paneles	304.92	43.9
Inversores	0.28	0.04
Caminos y Entronques	12.50	1.8
Red de conducción (zanjas o línea de media tensión)	1.97	0.3
Subestación eléctrica	0.38	0.1
Superficie permanente de afectación	320.05	46.1
Obras temporales		
Áreas de obras temporales	1.00	0.1
Superficie total de afectación planta solar	321.05	46.3

Fuente: Inoenergy, 2017

Todas las superficies ocupadas por el Proyecto (ya sea de manera permanente o temporal) se ubican en desierto arenoso que presenta cobertura vegetal clasificada como forestal, de acuerdo a lo establecido en la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Por lo anterior, el Proyecto requiere cambio de uso de suelo forestal en la totalidad de la superficie que ocupa, mismo que se solicitará a la SEMARNAT paralelamente a esta MIA por medio del correspondiente Estudio Técnico Justificativo (ETJ).

2.1.6 *Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y en sus colindancias*

Actualmente el área del Proyecto comprende tierras sin uso alguno aunque algunas zonas en los alrededores se utiliza como áreas de ganadería. La planta se encuentra en la Región Hidrográfica Rio Colorado, en la Cuenca Bacanora-Mejorada y en la Subcuenca Nogales (RH07Ac). Todos los cursos de agua de la zona son estacionales. La red hidrográfica en la zona de estudio se encuentra bien definida y vierte en dirección noroeste. Los cuerpos y corrientes de agua intermitentes no se verán afectados por la instalación del parque fotovoltaico.

Existe un cuerpo de agua permanente denominado “El Uno” en las cercanías del parque, al lado Sureste, sin embargo, este no será afectado.

2.1.7 *Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos*

El Proyecto se ubica en un área no urbanizada del municipio de Cananea, localizado al noreste del estado de Sonora, a unos 297 kilómetros de la capital del estado, Hermosillo y a 146 kilómetros de la frontera con Estados Unidos de América.

Servicios requeridos

Los servicios requeridos durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán básicamente los siguientes:

- **Sanitarios para los trabajadores.** Durante la construcción se contempla instalar baños portátiles en el área de obras temporales y en los frentes de trabajo (1 por cada 15 trabajadores). El Promoviente subcontratará los servicios de mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos sanitarios con una empresa especializada y que cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes. Durante la operación el edificio de operación y mantenimiento contará con un baño que descargará a una fosa séptica, cuyas aguas y lodos serán retirados mediante una empresa autorizada para su manejo y disposición final de forma adecuada.
- **Abastecimiento de agua.** El agua necesaria durante la preparación del sitio y construcción será suministrada por medio de pipas de 20 m³ de capacidad. Durante la operación, el edificio de operación y mantenimiento contará con un depósito que será llenado con agua proveniente de pipas.
- **Agua potable para los trabajadores.** El agua será suministrada, en todas las etapas del Proyecto por empresas locales en garrafones o con botellas.
- **Accesos.** El Proyecto se ubica a aproximadamente a 20 km al oeste de Cananea, Sonora. Del lado sur del km 59 en la carretera federal que comprende el tramo entre Cananea y Agua Prieta. Existe un acceso al terreno que colinda con la carretera.
- **Abastecimiento de combustible.** El combustible para los generadores eléctricos será adquirido en las estaciones de servicio más cercanas al Proyecto y se almacenará en contenedores de 200 L. Se evitará el almacenamiento del combustible en los almacenes de la obra para evitar al máximo posibles derrames y/o accidentes.
- **Energía Eléctrica.** No existe infraestructura eléctrica en el sitio del Proyecto que suministre energía, por lo que para la construcción del Proyecto se ocuparán generadores de gasolina o diésel para satisfacer la demanda energética, mientras que la energía eléctrica requerida para satisfacer las necesidades del Proyecto en la etapa de operación será abastecida mediante la generación, transmisión y transformación del mismo Proyecto.
- **Manejo de residuos.** Las aguas generadas por los baños portátiles y la fosa séptica serán gestionadas por una empresa autorizada para prestar estos servicios. El Proyecto no generará aguas residuales como parte de su operación, salvo el agua sanitaria de los baños. Con relación al manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos, que serán generados por el Proyecto durante la preparación del sitio, construcción y operación, serán recuperados, clasificados y retirados del área de forma periódica con apoyo del servicio de limpia municipal. Durante la preparación y construcción el mantenimiento de los vehículos se llevará a cabo en un taller mecánico especializado fuera del área del Proyecto, por lo que no se contempla la generación de residuos peligrosos. Sin embargo, la posibilidad de que ocurra algún derrame de combustible está latente, por

lo que los posibles residuos peligrosos que generen serán manejados de acuerdo a los lineamientos expuestos en el Capítulo 6, en cumplimiento con la LGPGIR, su reglamento y la norma NOM-052-SEMARNAT-2005. Asimismo, durante el mantenimiento en la etapa de operación se generarán principalmente trapos impregnados con grasas y residuos metálicos, que serán manejados de acuerdo a los lineamientos expuestos en el Capítulo 6, en cumplimiento con la LGPGIR, su reglamento y la norma NOM-052-SEMARNAT-2005. Posteriormente los residuos peligrosos serán recolectados por una empresa autorizada por SEMARNAT y SCT para su manejo y disposición. No se prevé una mayor generación de residuos pues en caso de ser necesario mantenimiento mayor, los paneles pueden ser desmontados y enviados a mantenimiento con el proveedor.

2.2

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Como señalado anteriormente, los principales componentes del Proyecto son:

- Planta solar fotovoltaica con un área aproximada ocupada por los módulos fotovoltaicos de 310.41 Ha, dentro de una propiedad de aproximadamente 695 Ha. El Proyecto generará 133 MW.
- Subestación Elevadora de parque formada por una bahía con un transformador trifásico 230/34.5 kV de capacidad 150 MVA y un alimentador, así como un edificio control.

En la **Error! Reference source not found.** se muestran esquemáticamente las instalaciones mencionadas que componen el Proyecto y las áreas ocupadas.

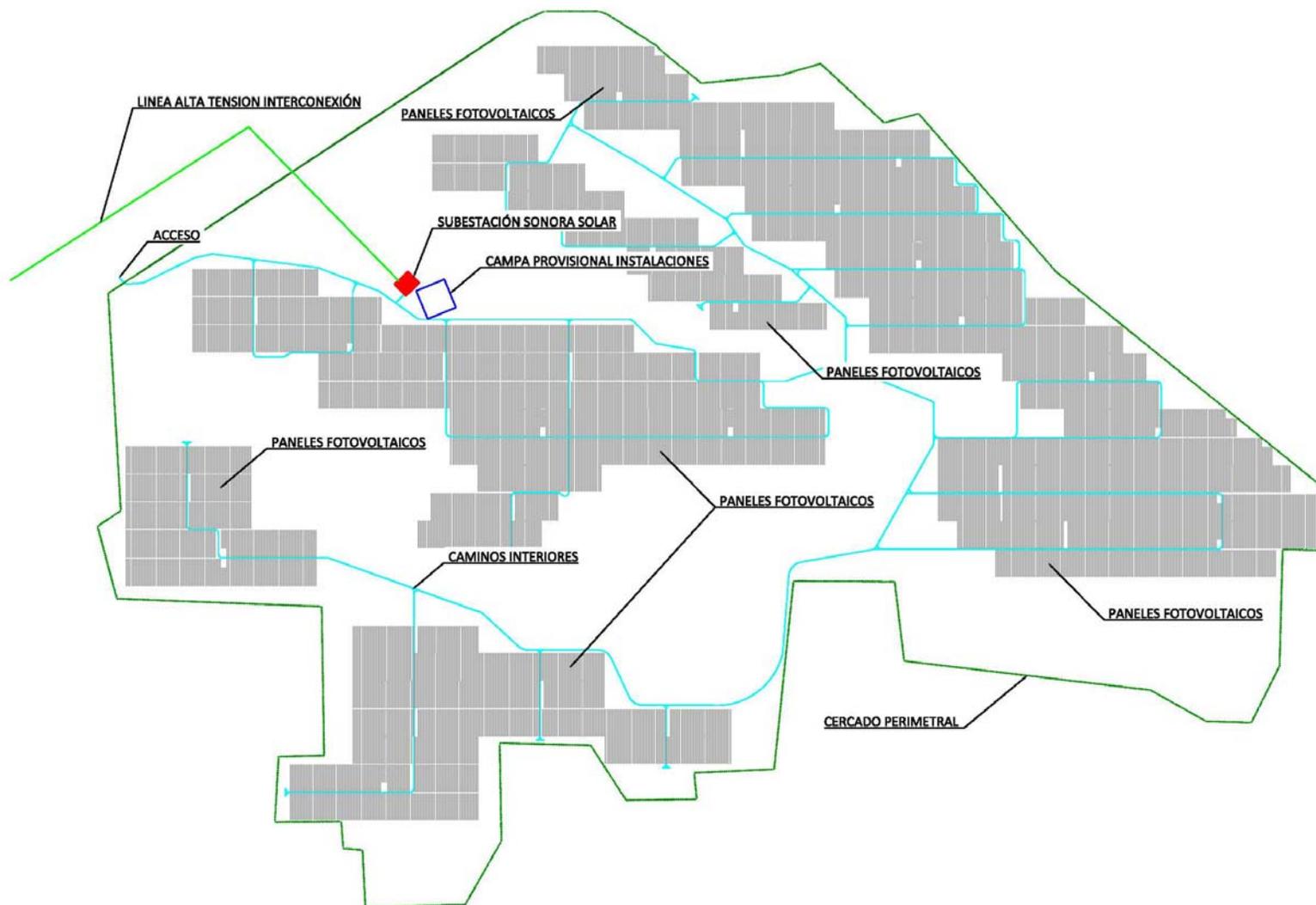


Figura 2.3 Distribución general de las instalaciones en el Proyecto

A continuación, se detallan las principales características de los componentes del Proyecto.

2.2.1 *Planta fotovoltaica*

La planta estará formada por los siguientes elementos principales:

- Generador Fotovoltaico.
- Sistema mecánico de seguimiento.
- Centros de Inversión -Transformación.
- Elementos adicionales.

Generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico consta de 486,864 de módulos fotovoltaicos, interconectados entre sí en grupos denominados series o *strings*. Se han escogido módulos de 1956 x 992 mm, capaces de entregar una potencia pico de 325 W en condiciones STC (*Standard Test Conditions*) y formados por 72 células de silicio policristalino, ya que este producto es el que actualmente ofrece una mejor relación entre productividad, fiabilidad y coste. Las principales características del módulo seleccionado se muestran a continuación **Error! Reference source not found.:**

JKM325PP-72(Plus)
310-325 Vatios
MÓDULO POLICRISTALINO

Tolerancia positiva 0/+3%

Fábrica con certificación ISO9001:2008,
ISO14001:2004,OHSAS18001
Productos con certificación IEC61215, IEC61730




Principales características



Potencia Elevada:

Los módulos de 72 células policristalinos alcanzan potencias de hasta 325Wp.



Garantía Anti-Degradación Potencial Inducida (PID):

Se garantiza una degradación limitada de la potencia del módulo Eagle causada por la Degradación Potencial Inducida (PID por sus siglas en inglés) bajo condiciones de 60°C/85% de humedad relativa para la producción en masa...



Rendimiento con baja irradiación lumínica:

El avanzado cristal y el texturizado de la superficie de la célula fotovoltaica permiten un resultado excelente en condiciones de baja irradiación lumínica.



Resistencia en condiciones climatológicas adversas:

Certificado para soportar rachas de viento (2.400 Pascal) y cargas de nieve (5.400 Pascal).



Resistencia en condiciones ambientales extremas:

Alta resistencia a la brisa marina y al amoníaco, certificado por TÜV NORD.



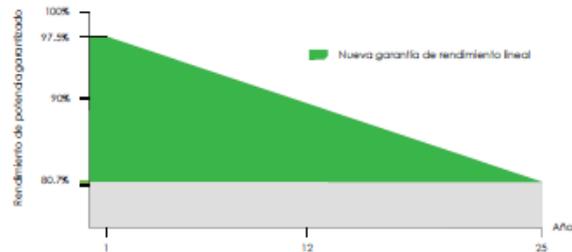
Coefficiente de Temperatura:

El coeficiente de temperatura mejorado reduce la pérdida de potencia en altas temperaturas.

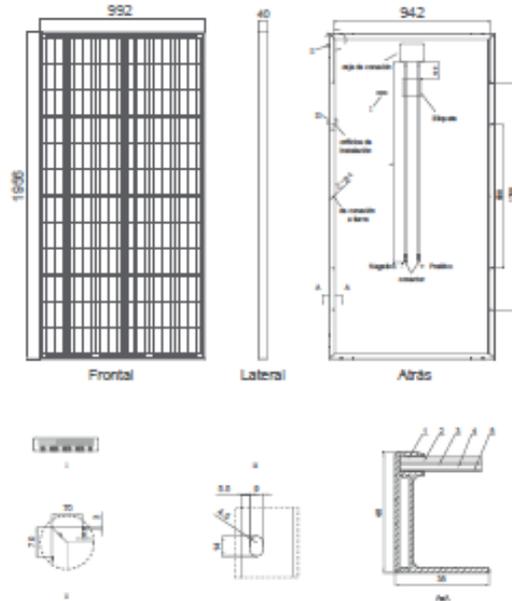


GARANTÍA DE RENDIMIENTO LINEAL

10 Años de garantía de producto - 25 Años de garantía de potencia lineal



Dibujos técnicos

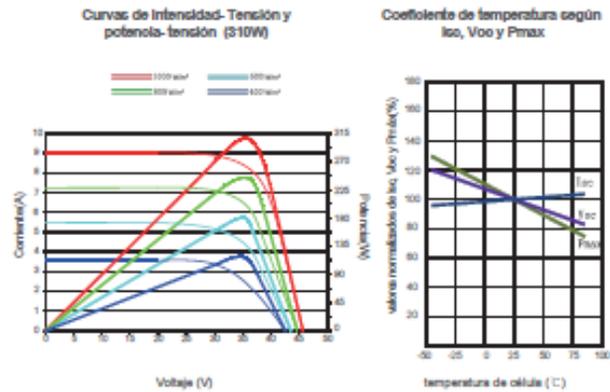


Embalaje

(Dos cajas = un pallet)

25 pzs./caja, 50 pzs./caja, 600 pzs./40 HQ contenedores

Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura



Características mecánicas

Tipo de célula	Policristalina	156×156 mm (6 pulgadas)
Nº de células	72 (6×12)	
Dimensiones	1956×992×40mm (77,01×39,05×1,57 pulgadas)	
Peso	26,5 kg (58,4 libras.)	
Vidrio frontal	4,0mm, alta transmisión, bajo contenido en hierro, vidrio templado	
Estructura	Aleación de aluminio anodizado	
Caja de conexión	Clase IP67	
Cables de salida	TÜV 1×4,0 mm², Longitud: 900mm	

ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM310PP(Plus)		JKM315PP(Plus)		JKM320PP(Plus)		JKM325PP(Plus)	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia nominal (Pmáx)	310Wp	231Wp	315Wp	235Wp	320Wp	238Wp	325Wp	242Wp
Tensión en el punto Pmáx-VMPP (V)	37.0V	33.9V	37.2V	34.3V	37.4V	34.7V	37.6V	35.0V
Corriente en el punto Pmáx-IMP (A)	8.38A	6.81A	8.48A	6.84A	8.56A	6.85A	8.56A	6.91A
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	45.9V	42.7V	46.2V	43.2V	46.4V	43.7V	46.7V	44.0V
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	8.96A	7.26A	9.01A	7.29A	9.05A	7.30A	9.10A	7.34A
Eficiencia del módulo (%)	15.98%		16.23%		16.49%		16.75%	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C--+85°C							
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)							
VALORES máximos recomendados de los fusibles	15A							
Tolerancia de potencia nominal (%)	0--+3%							
Coefficiente de temperatura de PMAX	-0.40%/°C							
Coefficiente de temperatura de VOC	-0.30%/°C							
Coefficiente de temperatura de ISC	0.06%/°C							
TEMPERATURA operacional nominal de célula	45±2°C							

Figura 2.4 Especificaciones de los módulos fotovoltaicos

Sistema de seguimiento

Los módulos FV se instalarán sobre estructuras móviles, llamadas seguidores, que se mueven sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur, que realizan un seguimiento automático de la posición del Sol a lo largo del día mediante un algoritmo de control, asegurando así la máxima producción en cada momento. La estructura elegida es el NextrackerSPT. Este es el sistema de seguimiento que ofrece la mejor relación entre la energía generada y los costes de instalación ().

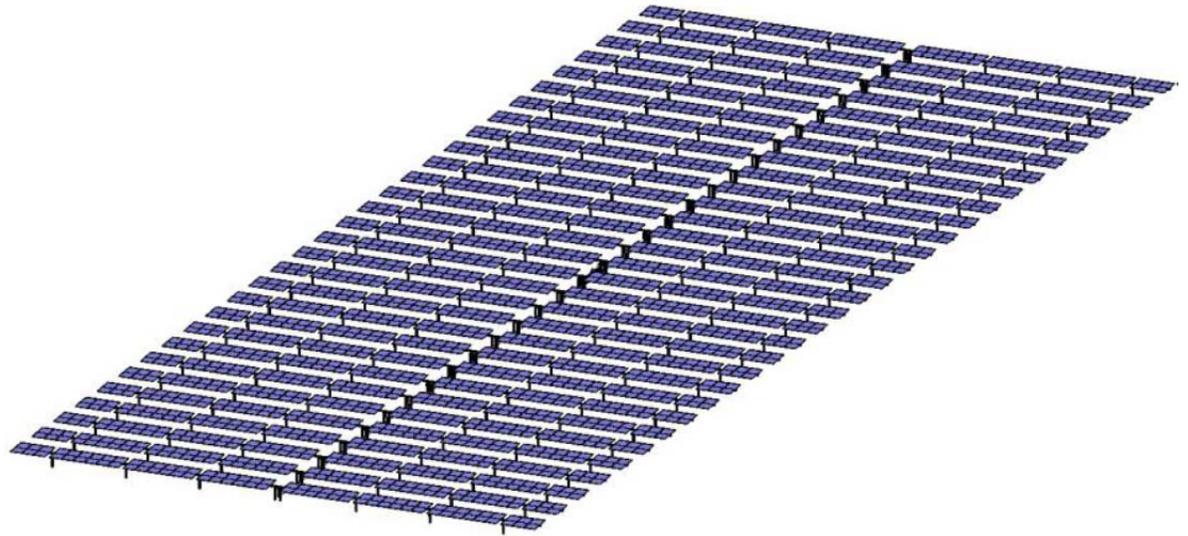


Figura 2.5 Sistema de seguimiento solar - tracker

Centros de Inversión-Transformación

Los centros de Inversión-Transformación contienen todos los equipos y sistemas necesarios para transformar la energía DC en baja tensión proveniente del generador FV en energía AC en media tensión, a una determinada frecuencia, lista para ser enviada a la subestación de la planta. Se trata de equipos prefabricados completamente pre-montados en fábrica, que una vez en campo sólo necesitan ser conectados. Los elementos principales de estos centros son:

- Inversores FV
- Transformador BT/MT
- Celdas de media tensión

La planta está formada por 30 centros de inversión-transformación, 24 Centros de Inversión-Transformación de 3 inversores y 6 de 2 inversores respectivamente que evacuarán energía mediante un transformador de distribución eléctrica (**Error! Reference source not found.**).

INGECON

SUN

PowerMax B Series
1,500 Vdc

**TRANSFORMERLESS
CENTRAL
INVERTERS
WITH A SINGLE
POWER BLOCK**

1170TL U B450 / 1400TL U B540 / 1500TL U B578 /
1560TL U B600 / 1600TL U B615 / 1640TL U B630

Maximum power density

These PV central inverters feature more power per cubic foot. Thanks to the use of high-quality components, this inverter series performs at the highest possible level.

Latest generation electronics

The B Series inverters integrate an innovative control unit that runs faster and performs a more efficient and sophisticated inverter control, as it uses a last-generation digital signal processor. Furthermore, the hardware of the control unit allows some more accurate measurements and very reliable protections.

These inverters feature a low voltage ride-through capability and also a lower power consumption thanks to a more efficient power supply electronic board.

Integrated DC and AC connections

The input and output connections are integrated into the same cabinet, facilitating connection, maintenance and repair work.

Maximum protection

These three phase inverters are equipped with a motorized DC switch to decouple the PV generator from the inverter.

These inverters are supplied with an AC circuit breaker. Optionally, they can be supplied with DC fuses, grounding kit and input current monitoring.

Maximum efficiency values

Through the use of innovative electronic conversion topologies, efficiency values of up to 98.9% can be achieved.

A complete range of equipment for all types of projects

Versions available:

- Indoor inverters.
- Outdoor inverters.
- Symmetrical inverters, with the connection cabinet on the opposite side, to make it possible to install two inverters facing each other, with a common power supply point.

Enhanced functionality

This new INGECON® SUN PowerMax range features a revamped, improved enclosure which, together with its innovative air cooling system, makes it possible to increase the ambient operating temperature.



www.ingeteam.com
solar.us@ingeteam.com

Ingeteam

1170TL U B450 / 1400TL U B540 / 1500TL U B578 / 1560TL U B600 / 1600TL U B615 / 1640TL U B630

Long-lasting design

These inverters have been designed to guarantee a long life expectancy. Standard 5 year warranty, extendable for up to 25 years.

Grid support

The INGECON®SUN PowerMax B Series has been designed to comply with the grid connection requirements UL1741, IEEE1547 and RULE21, contributing to the quality and stability of the electric system. These inverters therefore feature a low voltage ride-through capability, and can deliver reactive power and control the active power delivered to the grid.

Ease of maintenance

All the elements can be removed or replaced directly from the inverter's front side, thanks to its new design.

Easy to operate

The INGECON® SUN PowerMax inverters feature an LCD screen for the simple and convenient monitoring of the inverter status and a range of internal variables. The display also includes a number of LEDs to show the inverter operating status with warning lights to indicate any incidents. All this helps to simplify and facilitate maintenance tasks.

Monitoring and communication

Ethernet communications supplied as standard. The following applications are included at no extra cost: INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor and its Smartphone version Web Monitor, available on the App Store. These applications are used for monitoring and recording the inverter's internal operating variables through the Internet (alarms, real time production, etc.), in addition to the historical production data.

Two communication ports available (one for monitoring and one for plant controlling), allowing fast and simultaneous plant control.

PROTECTIONS

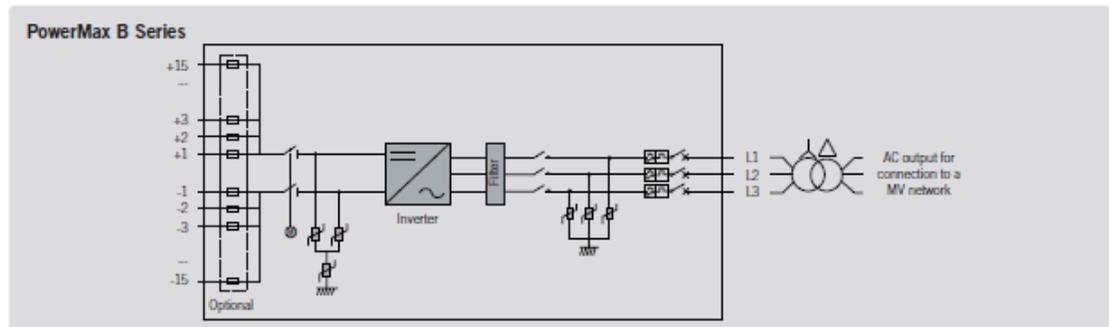
- DC Reverse polarity.
- Short-circuits and overloads at the output.
- Anti-islanding with automatic disconnection.
- Insulation failure DC.
- Up to 15 pairs of fuse holders.
- Lightning induced DC and AC surge arrestors, type 2 (type 1 also available).
- Motorized DC switch to automatically disconnect the inverter from the PV array.
- Low voltage ride-through capability.
- AC circuit breaker.
- Hardware protection via firmware.
- NEMA 4 / IP66 protection class for the electronics.

OPTIONAL ACCESSORIES

- Motorization kit for the AC circuit breaker.
- Insulation failure AC.
- Grounding kit.
- Heating kit, for operating at an ambient temperature of down to -22 °F.
- DC fuses.
- Monitoring of the group currents at the DC input.
- Remote tripping of the AC circuit breaker.
- Wattmeter on the AC side.
- Extendable up to 15 fuse holders per inverter.
- PID prevention kit (PID: Potential Induced Degradation).
- Night time reactive power injection.

ADVANTAGES OF THE MONOBLOCK VERSION

- Higher power density.
- Latest generation electronics.
- More efficient electronic protection.
- Night time supply to communicate with the inverter at night.
- Enhanced performance.
- Easier maintenance thanks to its new design and enclosure.
- Lightweight spares.
- It allows to ground the PV array.
- Components easily replaceable.



Size and weight (inches and lbs)

1130TL U B450 / 1350TL U B540 / 1450TL U B578 / 1500TL U B600 / 1545TL U B615 / 1580TL U B630
3,770 pounds

Ingeteam

	1560TL U B600	1600TL U B615	1640TL U B630																				
Input (DC)																							
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	1,429 - 1,969 kWp	1,465 - 2,008 kWp	1,500 - 2,057 kWp																				
Voltage Range MPP ⁽²⁾	870 - 1,300 V	889 - 1,300 V	915 - 1,300 V																				
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V																						
Maximum current	2,000 A																						
N° inputs with fuse-holders	6 up to 15																						
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 400 A / 1,500 V fuses (optional)																						
Type of connection	Connection to copper bars																						
Power blocks	1																						
MPPT	1																						
Input protections																							
Overvoltage protections	Type 2 surge arresters (type 1 optional)																						
DC switch	Motorized DC load break disconnect																						
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton																						
Output (AC)																							
Power @77 °F / @122 °F ⁽⁴⁾	1,569 kVA / 1,299 kVA	1,598 kVA / 1,332 kVA	1,637 kVA / 1,364 kVA																				
Current @77 °F / @122 °F	1,500 A / 1,250 A																						
Rated voltage	600 V IT System	615 V IT System	630 V IT System																				
Frequency	50 / 60 Hz																						
Power Factor ⁽⁵⁾	1																						
Power Factor adjustable	Yes. Smax=1,569 kVA	Yes. Smax=1,598 kVA	Yes. Smax=1,637 kVA																				
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁶⁾	<3%																						
Output protections																							
Overvoltage protections	Type 2 surge arresters (type 1 optional)																						
AC breaker	AC circuit breaker with door control, remote trip or motorized																						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection																						
Other protections	AC short-circuits and overloads																						
Features																							
Maximum efficiency	98.9%																						
CEC	98.5%																						
Max. consumption aux. services	2,500 VA																						
Stand-by or night consumption ⁽⁷⁾	60 W																						
Average energy consumption per day	18 kWh																						
General Information																							
Ambient temperature	-4 °F to +131 °F																						
Relative humidity (non-condensing)	0-95% (Indoor) / 0-100% (Outdoor)																						
Protection class	NEMA12 (Indoor) / NEMA3 (Outdoor)																						
Max. altitude ⁽⁸⁾	6,562 ft (2,000 m)																						
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase+ neutral power supply)																						
Air flow	66.77 ft ³ /s (6,200 m ³ /h)																						
Acoustic emission	<77 dB																						
Marking	CE, ETL																						
EMC and security standards	UL1741, FCC Part 15, IEEE C37.90.1, IEEE C37.90.2																						
Grid connection standards	IEC 62116, UL1741, IEEE1547, IEEE1547.1, NEC CODE, Electric Rule 21: 2015																						
<p>Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions. ⁽²⁾ V_{mpp,min} is for rated conditions (V_{dc}=1 p.u. and Power Factor=1) ⁽³⁾ Consider the voltage increase of the 'V_{DC}' at low temperatures. ⁽⁴⁾ For each degree of increase between 77 °F and 122 °F, the output power will be reduced at the rate of 0.37%. Over 122 °F, the output power will be reduced at the rate of 1% for each degree of increase. ⁽⁵⁾ For P_{fld}>25% of the rated power. ⁽⁶⁾ For P_{fld}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4. ⁽⁷⁾ Consumption from PV field when there is PV power available. ⁽⁸⁾ Over 3,300 ft, temperature for rated power is reduced at the rate of 2.42 °F for each 3,300 ft. For installations beyond the maximum altitude, please contact IngeTeam's solar sales department.</p>																							
<p>Efficiency INGECON® SUN 1580TL U B630 Vdc = 650 V</p> <table border="1"> <caption>Efficiency Data for INGECON SUN 1580TL U B630</caption> <thead> <tr> <th>Power (kW)</th> <th>Efficiency (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>98.9</td></tr> <tr><td>200</td><td>98.9</td></tr> <tr><td>400</td><td>98.9</td></tr> <tr><td>600</td><td>98.9</td></tr> <tr><td>800</td><td>98.9</td></tr> <tr><td>1000</td><td>98.9</td></tr> <tr><td>1200</td><td>98.9</td></tr> <tr><td>1400</td><td>98.9</td></tr> <tr><td>1600</td><td>98.9</td></tr> </tbody> </table>				Power (kW)	Efficiency (%)	0	98.9	200	98.9	400	98.9	600	98.9	800	98.9	1000	98.9	1200	98.9	1400	98.9	1600	98.9
Power (kW)	Efficiency (%)																						
0	98.9																						
200	98.9																						
400	98.9																						
600	98.9																						
800	98.9																						
1000	98.9																						
1200	98.9																						
1400	98.9																						
1600	98.9																						

Figura 2.6 Hoja de Datos del Centro Inversión-Transformación

Transformadores

Dentro del centro de inversión-transformación dispondremos dos tipos de transformadores, uno que se utiliza para los servicios propios del centro de inversión-transformación y otro para elevar la tensión de la energía generada por el parque solar.

- Características Transformador Elevador:

- Potencia nominal (3 / 2 Inversores)	4911 / 3275 kVA
- Tensión nominal primario	34.5 kV $\pm 2,5\%$ $\pm 5\%$
- Tensión nominal secundaria	0.615 kV
- Grupo de conexión	Dyn11
- Neutro	accesible en BT
- Refrigeración	Natural
- Aislamiento	KNAN

- Características Transformador de Servicios Auxiliares:

- Potencia nominal	10 kVA
- Tensión nominal primario	615 V $\pm 2,5\%$ $\pm 5\%$
- Tensión nominal secundaria	400 V
- Grupo de conexión	Dyn11
- Neutro	aislado
- Refrigeración	Natural
- Aislamiento	ANAN

A continuación, se describen los elementos adicionales que requiere la planta para su funcionamiento.

- **Cableado.** La planta eléctrica está formada por cableado de baja tensión y de media tensión. El cableado de baja tensión se encarga de unir los paneles fotovoltaicos con los centros de inversión- transformación. El cableado de media tensión distribuye la energía generada desde los centros de inversión hasta la subestación de parque. Ambos cableados (baja y media tensión) van alojados en zanjas excavadas en el terreno las cuales serán descritas en el apartado correspondiente a la etapa de construcción.
- **Caminos.** la planta dispondrá de una red de caminos internos de terracería que comunican todas las zonas del parque. Incluirán todas las obras de drenaje tanto transversal como longitudinal para dar continuidad a los flujos de agua interceptados. Se habilitará un acceso desde la carretera federal n°2 en las proximidades del Km 59.
- **Cercado perimetral.** Se instalará un cerramiento que delimite la superficie de la planta, así como una puerta de acceso.
- **Área de obras provisionales.** Se habilitará una campamento de instalaciones provisionales de aproximadamente 1 Ha con el fin de albergar las casetas de oficinas, comedores, instalaciones sanitarias, planta de concreto, etc. Y que será desmantelada al final de la etapa de construcción.

2.2.2 Subestación del Parque

Esta subestación se encargará de elevar la tensión de la energía generada por la planta de 34.5 kV a 230 kV para su evacuación por la línea de transmisión.

La subestación de parque estará compuesta por una sola posición de transformación 230/34.5 kV y un alimentador. Al ser una configuración tan sencilla no necesita de barras colectoras. Al mismo tiempo tampoco se prevé espacio de reserva para futuras ampliaciones. El aparellaje de 230 kV estará compuesto por aparatación convencional con aislamiento en SF6.

Los principales elementos que componen la subestación son:

- Transformador
- Bahía de alta tensión 230 kV
- Edificio de control

Transformador

Se instalará un transformador 230/34.5 kV de tipo trifásico acorazado con las siguientes características principales (**Error! Reference source not found.**):

Tabla 2.3 Principales características de los transformadores

<i>Transformador 230/34.5 kV</i>	
Tipo	Acorazado, trifásico
Tensiones nominales	227 / 34.5 kV
Relación de Potencias	107 / 130 / 150 MVA
Refrigeración	ONAN / ONAF / ONAF
Grupo de transformación	YNyn2
Regulación	±10x1.5%

Fuente: Invenenergy, 2017

Bahía de alta tensión 230 kV

La bahía de alta tensión que une el transformador con la línea de transmisión estará compuesta por la siguiente Aparatación de 230 kV:

Interruptores. Serán de mando unipolar, con cámaras de corte en SF6.

Transformadores de corriente. Transformadores para medición con relación de transformación 250-500/5-5-5-5A.

Cuchilla desconectadora. Será de tipo doble apertura lateral, con cuchillas de puesta a tierra, de mando tripolar motorizado.

Transformadores de potencial capacitivos. Transformadores para medición con relación de transformación $230000:\sqrt{3}/115:\sqrt{3}$.

Apartarrayos. Apartarrayos de tensión nominal de 192 kV.

Edificio de control

En la Subestación se construirá un Edificio de una planta, de dimensiones adecuadas para albergar las instalaciones y equipos. Este edificio, dispondrá de sala de control y comunicaciones, sala de celdas de media tensión, cuarto de scada y servidor, instalaciones sanitarias, un hall de entrada, un almacén, sala para grupo electrógeno y sala de transformador de servicios auxiliares. Albergará el edificio los equipos de comunicaciones de toda la subestación, la unidad central y monitores del sistema de control digital, equipos cargador-batería, cuadros de servicios auxiliares de c.c. y c.a y centralitas de alarmas de los sistemas de seguridad y antiintrusismo.

2.2.3

Línea de transmisión

En su momento, se llevará a cabo la instalación de una línea de transmisión aérea de 230 KV. La ubicación final de esta línea está siendo actualmente analizada por el promovente por lo que los estudios ambientales específicos a la misma se presentarán posteriormente.

PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El programa de trabajo, tiene por objeto precisar las actividades a realizar y los períodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de éstas; con lo cual se pretende optimizar recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorar actividades, previendo de esta manera, necesidades de materiales, equipos y recursos económicos.

Dentro del programa de trabajo se incluyen los tiempos necesarios para la obtención de Permisos, Licencias o Autorizaciones, que este tipo de proyectos requiere, para ello los tramitará ante las diferentes Dependencias Federales, Estatales y Municipales, con la oportunidad debida, para cumplir con las Leyes, Reglamentos y Normas que le resultan aplicables.

Para las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se ha considerado un programa de 69 semanas y una vida útil de 25 años. En la Figura 2.7 se presenta el programa calendarizado de trabajo.

Esta etapa comienza en el momento en que se notifica a la autoridad correspondiente del inicio de las actividades de construcción, después de haber obtenido los permisos necesarios en todos los niveles de gobierno.

Para la preparación del sitio será necesario que previamente en los planos de construcción se identifiquen y ubiquen las instalaciones que incluye el diseño del Proyecto (caminos, módulos fotovoltaicos, centros de inversión-transformación, subestación eléctrica, edificio, etc.), para que en el campo sea más fácil y precisa la delimitación del terreno donde se ejecutaran las obras. Para delimitar el terreno a modificar se colocarán estacas de balizamiento y se acordonará la zona o bien se pintara el suelo con agua de cal cuando por las condiciones de dureza del suelo no sea posible enterrar la estaca.

Desmonte y despalme

Estas actividades serán las primeras que se llevarán a cabo para adecuar el terreno antes de dar inicio con la etapa de construcción.

Desmonte: Consiste en la eliminación de la cobertura vegetal, herbácea y arbustiva (vegetación secundaria y pastizales inducidos), mediante métodos manuales (machetes) o con ayuda de motosierras. Previamente a este procedimiento se delimitarán perfectamente las áreas de construcción para evitar afectar el entorno circundante más allá de lo estrictamente indispensable.

En todo momento estará prohibido el uso de fuego o de sustancias químicas como pesticidas y herbicidas durante las actividades de desmonte de las áreas necesarias para la construcción del Proyecto.

Despalme: Consiste en retirar la capa vegetal de terreno existente en el área previamente a realizar excavaciones o cortes de terreno. Para realizar esta acción se utiliza equipo mecánico consistente en maquinaria pesada (bulldozer) que retirará una capa de suelo de aproximadamente 15 cm. El material producto del despilme se retirará, se almacenara en lugares establecidos para ello y finalmente se utilizará en las actividades de reforestación y/o reubicación de flora.

Las actividades de desmonte demandarán la eliminación de la vegetación existente en muy pequeñas cantidades. Esta actividad se realizará únicamente en la superficie destinada para la instalación de la infraestructura en los casos donde el terreno lo requiera por los cambios de pendientes y en los casos que se vaya a requerir de cimentaciones de concreto como es el caso de los centros de inversión-transformación, la subestación de parque, caminos y campa de instalaciones provisionales.

Nivelación, excavación y/o compactación

Esta actividad consistirá en la ejecución de excavación y terraplenes. Estos movimientos de tierras a realizar serán el mínimo necesario para la construcción

de los caminos interiores que vertebran el parque, la plataforma de la subestación, las zanjas de conducción del cableado subterráneo, así como la adecuación, mediante excavación y relleno, de las zonas de desplante de módulos donde la pendiente supere el 10%.

Esta preparación del terreno servirá para:

- Crear una superficie lo suficientemente homogénea que tenga condiciones ideales para la fase de construcción del predio. El terreno en condiciones actuales es plenamente accesible para vehículos de construcción.
- Asegurarse que las pendientes naturales que existan en el emplazamiento no puedan comprometer la integridad de la estructura de los seguidores.
- Crear una superficie de cierta dureza y límites de inclinación, que posean la mecánica adecuada para permitir colocar las cimentaciones de manera adecuada.

De acuerdo a las recomendaciones geotécnicas, los rellenos serán ejecutados con material procedente de los movimientos de tierra, utilizándose en primer lugar los materiales más profundos. La compactación se hará de tal forma que se garantice una compactación uniforme en toda el área del relleno. Para realizar las excavaciones se utilizará maquinaria pesada como son retroexcavadoras, bulldozers, el equipo y herramientas adecuadas.

Cercado del polígono del parque fotovoltaico

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 galvanizado con una altura de 2 m, finalizada con tres filas de alambre de púa. El cerco perimetral evitará el ingreso de personal no autorizado ni animales de gran tamaño a las instalaciones. Sin embargo, el diámetro de malla a utilizar permitirá eventualmente el acceso de fauna silvestre de tamaño pequeño. Estas aperturas en la cerca para permitir el paso de fauna pequeña medirán aproximadamente 25 cm² o alternativamente, se emplearán malla ciclónica con espacios de entramado inferiores de mayor tamaño, a fin de facilitar el acceso de fauna por todo el perímetro.

Caminos internos

Los caminos internos, conectarán entre sí las distintas zonas de la instalación. La sección tipo del acceso y caminos interiores estará compuesta por una capa base de 20 cm compactada al 100% PM. Previamente se deberá haber ejecutado el desmonte y despalme de una capa de 15 cm de espesor del suelo residual sobre el que se extenderá una geomalla de refuerzo y construirá, caso de ser necesario, el terraplén formado por los materiales de la excavación compactados al 98% del PM.

Se ha optado por interponer una geomalla entre el terreno natural, una vez realizado el desbroce y despalme, y el terraplén o base, según proceda. La utilización de geomalla refuerza el terraplén lo que permite el uso de espesores más reducidos en la capa de base.

Se ha diseñado una red de caminos interiores de 23,400 m de longitud y anchura de 3.50 m.

Drenaje

Uno de los principales aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de diseñar las instalaciones del parque ha sido el que las interferencias con los escurrimientos sea el mínimo posible, aun cuando se sabe que no hay cursos de agua que crucen por el sitio de interés.

El número de obras de drenaje transversal será de 63 unidades que se pueden dividir en tres tipos:

- Alcantarillas de tamaño pequeño o medio. En general se instalarán para dar continuidad a las cunetas bajo los caminos en los entronques de estos con otros caminos, así como en cauces de pequeña entidad. Se instalarán alcantarillas tubulares de concreto de reducido diámetro, entre 610 y 1520 mm.
- Vado Inundable. En un punto definido del parque la solución que mejor se adapta al tipo de cauces y al tipo de drenaje es el vado inundable. Todos los cauces son estacionales, el número días de precipitación al año es reducido, la precipitación media anual también y los episodios de lluvia más frecuentes son de corta duración e intensidad. No obstante, se han diseñado para que no sufran daños en episodios de precipitaciones extraordinarias. Se realizarán con concreto reforzado con malla metálica y se deberán proteger con roca aguas arriba y aguas abajo.
- Alcantarillas singulares. Se trata de obras de drenaje transversal situadas en cruces de caminos con cauces en los que se prevé que, por las dimensiones de las cuencas vertientes, se puedan encontrar gastos punta de avenidas elevados. Esta alcantarilla singular se ejecutará mediante dos conducciones de concreto de 1070 mm de diámetro colocadas en paralelo.

En todos los tramos de caminos por debajo de la cota natural del terreno se excavarán cunetas triangulares revestidas por concreto y tendrán una profundidad mínima de 0,30 m por debajo de la capa de base y taludes al 1H:1V.

Zanjas para la canalización del cableado subterráneo

La energía generada por cada uno de los módulos fotovoltaicos debe transmitirse desde los cuadros de nivel 1 hasta los cuadros de nivel 2 (situados en los centros de inversión-transformación o Skids) mediante unos circuitos de baja tensión. Por otro lado la Red de Media Tensión conecta los skids con la subestación a 34.5 kV. Tanto los circuitos de baja tensión como los de media tensión se construirán en zanjas excavadas en el terreno natural. Además de los circuitos en dichas zanjas se instalará la red de comunicaciones por fibra óptica, los cables de datos y la red de puesta a tierra.

Las dimensiones de las zanjas variarán, según el número de circuitos y si estos son de media o de baja tensión.

Las zanjas correspondientes a la red de Media Tensión irán señalizadas convenientemente con un sistema basado en el RFID. Los transpondedores se ubicarán a lo largo de toda la zanja cada 50 m, en los cambios de dirección, en los puntos donde existan empalmes y en los casos de canalización bajo tubo-cruces. En los cruzamientos bajo caminos o arroyos los cables se alojarán dentro de tubos corrugados de doble pared de polietileno de alta densidad (PEAD) embebidos en un prisma de concreto. Sobre este prisma se colocarán las placas plásticas de protección y señalización y las capas de terraplén, subbase o base correspondientes de la sección tipo del camino. Las zanjas para alojar el sistema de Media Tensión del parque fotovoltaico tienen una longitud total aproximada de 15.6 km. Mientras que las zanjas para albergar a los circuitos de baja tensión tienen una longitud aproximada de 28 km.

El trazo de la zanja en la que van alojados los cables de media tensión se justifica en base a criterios medioambientales, técnicos y económicos. Con carácter general y sin tener en cuenta otras posibles restricciones de tipo medioambientales, la solución óptima para el trazo de las zanjas de media tensión es que discurra paralela a los caminos del parque. En este caso los trabajos de excavación de la zanja, acopio de materiales de excavación y relleno, tendido del cable y relleno posterior de la zanja se pueden realizar desde el propio camino y la afección al medio es la mínima posible, ocupándose temporalmente solo la zona excavada y la necesaria para el acopio temporal de las tierras. De los aproximadamente 15 kilómetros de zanjas de media tensión en torno a 4 km de zanja no discurre paralelos a los caminos. Esto se debe a que en algunos casos los caminos entre skids dan grandes rodeos y se opta por reducir la longitud de la zanja (y la de los cables que trascurren por ella) uniendo directamente los skids. Si la zanja no va paralela al camino, es necesario ocupar una franja de unos seis metros de anchura para que puedan desplazarse los equipos de excavación y tendido.

Desde el punto de vista económico, el criterio fundamental es el de reducir al mínimo la longitud de los cables, tanto por el coste de estos como por las pérdidas que se producen. De menor importancia es el reducir la longitud de la zanja. Sin embargo, desde el punto de vista del mantenimiento es deseable que la zanja discurra lo más cerca posible de un camino.

Cimentaciones

La estructura seleccionada es un Seguidor horizontal con seguimiento a un eje NXHORIZON del fabricante NEXTracker o similar con 1 módulo fotovoltaico en posición vertical y una fundación por tornillos o vigas hincadas. La distancia entre postes es de 5.93 m (en la dirección este-oeste).

A falta de un estudio de mecánica de suelos detallado y de los ensayos de hincamiento y arrancamiento o "pull test", se han previsto la utilización de dos tipologías diferentes de fundaciones para el soporte de las estructuras. Por un lado la hincada de un perfil rectangular (IR) W8 (8x4). Si las condiciones de terreno no permitieran esta, se optaría por la colocación de un tornillo de acero previa realización una perforación en la posición.

Respecto a los Centro de Inversión-Transformación, se construirá la base para el montaje casetas prefabricadas. Las excavaciones se realizarán utilizando retroexcavadoras, que irán realizando las excavaciones de manera continua. Después el terreno es preparado estabilizando el fondo de la perforación, para el ingreso de los camiones de concreto (revolvedoras). Estos camiones inician su recorrido desde una estación de transferencia de concreto. De esta forma, se avanzará de manera rápida y continua con el proceso de cimentaciones.

Suministro de equipos

Previo al montaje electromecánico de la planta se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje del seguidor, así como los módulos FV, cuadros eléctricos y otras piezas de pequeño tamaño se entregarán en obra debidamente peletizados y se almacenarán en el área temporal designada al almacenamiento de materiales.

Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT)

La Planta Fotovoltaica está basada en grupos de 28 módulos conectados en serie formando series o strings.

Cada una de estas series se conectará o agrupará en los cuadros de nivel 1 (agrupación de series) utilizando cableado de cobre 10 AWG dispuesto a lo largo de la estructura soporte y aislamiento XLPE para una tensión de servicio en corriente continua máxima de 1500 V. Cada cuadro de nivel 1 agrupará 15 ó 18 series o strings.

Los cuadros de nivel 1 (agrupación de series) dispondrán de:

- Fusibles protegiendo cada serie o string.
- Equipos de protección contra tensiones y descargas atmosféricas.
- Dispositivos de desconexión en carga para facilitar las tareas de mantenimiento y evitar accidentes.
- Grado de protección IP 65 - NEMA 3

Los cuadros de nivel 1 se conectarán con los cuadros de nivel 2 mediante cableado de aluminio de secciones variables según las distancias (típicamente entre 350 y 500 MCM) y aislamiento XLPE para una tensión de servicio en corriente continua máxima de 1500 V.

Los cuadros de nivel 2 dispondrán de:

- Fusibles protegiendo cada circuito.
- Equipos de protección contra tensiones y descargas atmosféricas.
- Dispositivos de desconexión en carga para facilitar las tareas de mantenimiento y evitar accidentes.
- Grado de protección IP 20 - NEMA 1.

Desde estos cuadros hasta los inversores se utilizarán conductores de cobre de similar aislamiento a los anteriores.

Todos los circuitos de CC se diseñarán para que las caídas de tensión medias sean inferiores al 1.5% en condiciones estándar (STC).

Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra se diseñará para cumplir los siguientes requisitos:

- Asegurar la seguridad de las personas.
- Tener suficiente resistencia mecánica y resistencia a la corrosión.
- Ser capaz de soportar, desde el punto de vista térmico, el fallo de corriente más alto.
- Evite daños a componentes y equipos eléctricos.

El electrodo de puesta a tierra de la planta fotovoltaica consistirá en una malla que une las estructuras que componen cada bloque de energía mediante cable de cobre desnudo, suplementado en algunos casos por picas de tierra conectadas a la rejilla, un conductor bajo cada una de las zanjas para dar continuidad a la malla en el parque al completo, incluso al edificio de operaciones y mantenimiento, y subestación de parque, formando un único sistema.

Se utilizará cable de cobre desnudo de 4/0 AWG para el electro principal y 2/0 AWG para la conexión de los diferentes elementos que componen el sistema. Todas las estructuras y partes metálicas de la instalación se conectarán al sistema de puesta a tierra, así como a los anillos de puesta a tierra de los edificios del inversor transformador y de las cajas eléctricas. Se fijarán a la estructura y carcasas de los equipos mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras exotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Los siguientes elementos se pondrán a tierra:

- Estructura del módulo en cada línea de seguidores, garantizando la continuidad eléctrica entre los diferentes tramos y conectándose ambos extremos a la malla.
- Cuadros eléctricos y descargadores de sobretensiones (AC).
- El neutro del transformador auxiliar BT/BT (el neutro BT en el transformador MT/BT no debe conectarse a tierra - esquema IT).
- Masas de dispositivos BT en el bloque del inversor-transformador.
- Masas de dispositivos MT en el bloque del inversor-transformador.
- Estructura del edificio O&M, partes metálicas y cuadros eléctricos.

Para los bloques Inversor-Transformador, el electrodo elegido es un anillo de cable de cobre desnudo enterrado directamente, con al menos ocho picas de tierra de cobre.

La protección contra los contactos directos e indirectos se logra mediante las siguientes medidas:

- Puesta a tierra de partes metálicas.
- Clase II de aislamiento reforzado en módulos, cableado y cajas eléctricas.
- El inversor, por diseño, no puede enviar corriente de descarga a la conexión a tierra en el lado DC de la instalación.
- La red de servicios auxiliares de baja tensión será TT y estará protegida en el cuadro eléctrico por disyuntores de corriente residual y por disyuntores en cada uno de los circuitos individuales.
- Las partes metálicas de los armarios de Media Tensión están conectadas a un anillo de puesta a tierra equipotencial que garantiza la protección contra el contacto indirecto.
- Para garantizar la seguridad, el voltaje de contacto en todos los puntos de la instalación será siempre inferior al nivel de peligro para los seres humanos.

La malla de tierra a tender quedará dimensionada, considerando la intensidad de falta máxima.

Instalación eléctrica de Media Tensión MT)

Se instalarán cables de media tensión monopares, de frecuencia nominal 60 Hz, nivel de tensión 20/35 kV y aislados en polietileno de cadena cruzada (XLP). El cable será de aluminio, de clase B, con cableado concéntrico, con protección contra la penetración longitudinal de agua y con una pantalla extruida sobre el conductor de material semiconductor negro. Debe constar también de una pantalla sobre el aislamiento formada por una capa extruida de semiconductor y por alambres de cobre aplicados longitudinalmente. Todos los conductores utilizados deben cumplir con la norma NMX-J-142-Ance.

Las características comunes de los cables de media tensión utilizados en la subestación son (Tabla 2.4 y Figura 2.8):

Tabla 2.4 *Características de la instalación de MT*

<i>Instalación eléctrica de Media Tensión</i>	<i>Características</i>
Sistema Corriente	Alterna Trifásica
Tensión nominal	34.5 kV
Tensión más elevada	38 kV
Nivel básico de Aislamiento al impulso	200 kV
Material conductor	Aluminio
Espesor del aislamiento mínimo	8.8 mm
Tipo de aislamiento	Aislamiento en seco XLP
Pantalla metálica	Alambres de cobre
Sección alambre	0.3247 mm ²
Número de alambres	En función del diámetro del conductor
Cubierta protectora	Polietileno (PE)
Color	Rojo/Negro
Tipo de instalación	Directamente Enterrado

Fuente: Invenenergy, 2017

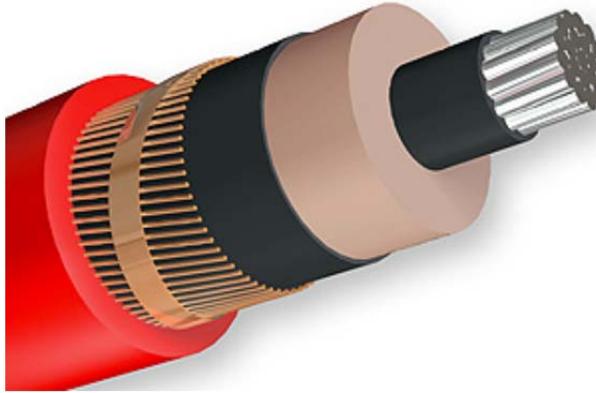


Figura 2.8 *Detalle cable de media tensión*

La instalación eléctrica en MT consiste en la agrupación eléctrica de todos los transformadores BT/MT de la planta. Los transformadores se interconectan en paralelo formando varios circuitos eléctricos que se vuelven a interconectar entre sí en la subestación elevadora.

Subestación eléctrica elevadora

Esta subestación se encargará de elevar la tensión de la energía generada por la planta de 34.5 kV a 230 kV para su evacuación por la línea de transmisión.

La subestación de parque estará compuesta por una sola posición de transformación 230/34.5 kV y un alimentador. Al ser una configuración tan sencilla no necesita de barras colectoras. Al mismo tiempo tampoco se prevé espacio de reserva para futuras ampliaciones. El aparellaje de 230 kV estará compuesto por aparatación convencional con aislamiento en SF6.

Los principales elementos de componen la subestación son:

- Transformador
- Bahía de alta tensión 230 kV
- Edificio de control

La subestación se desplantará en una plataforma horizontal de 61x53.50 m de dimensiones a la cota 1,550 m.s.n.m. El movimiento de tierras será realizado en un terreno con una pendiente del 14% que habrá que explanar hasta la cota definida.

Para la plataforma de la subestación se ha diseñado una sección que estará formada por una capa de base de 30 cm compactada al 100% PM, apoyada en una capa de sub-base de 30 cm compactada al 100% PM la cual asentará sobre el terreno natural o el terraplén según proceda. Previamente se deberá haber ejecutado el desmonte y despalme de una capa de 15 cm de espesor del suelo residual.

Los materiales procedentes de cortes, previa retirada de la capa de suelo residual, podrán ser utilizados para terraplenes y capa de sub-base. Los taludes en esta zona podrán alcanzar el 1H:1V en corte y el 3H:2V en terraplén.

La red de tierra se ejecutará anteriormente al extendido y compactación de las capas superiores de la plataforma.

En el interior de la subestación se construirá un edificio de control de 29.20x12.50 m de dimensiones exteriores. Albergará las instalaciones y equipos, conforme al plano de arreglo general del edificio del presente proyecto.

Este edificio, dispondrá de sala las celdas de 34.5 kV de las alimentaciones procedentes del parque fotovoltaico, sala Scada para el mando y control, sala Servidor, aseos, taller y almacén, sala para grupo electrógeno y zona de administración. Albergarán el edificio los equipos de comunicaciones centrales del parque y monitores del sistema de control digital, cuadro de servicios auxiliares de c.c. y c.a y centralitas de alarmas de los sistemas de seguridad y antiintrusismo. Básicamente se trata de un edificio con zócalo inferior de concreto visto, cerramiento constituido por bloques huecos de concreto de 20x20x40 cm, cubierta con pendientes a cuatro aguas con forjado horizontal de placas alveolares prefabricadas sobre el que se construirá la subestructura de tabiques aligerados de fábrica con formación de pendientes. La cimentación vendrá determinada por las cargas propias y de uso, así como de las condiciones de cimentación del terreno que determine el oportuno estudio de mecánica de suelos.

Las salas de control contarán con falso suelo y el resto de instalaciones con conducciones soterradas o aéreas. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables procedentes del parque (comunicaciones y red de tierras). Para la climatización del Edificio se instalarán equipos de aire acondicionado en la salas de control, administración, etc.

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores. En los aseos, almacenes y grupo electrógeno se instalarán un extractor para ventilación.

En caso de que el suministro de agua al Edificio no se pueda realizar con una acometida desde la red municipal, se dispondría un depósito enterrado de 12 m³ de capacidad y grupo de presión ubicado en el exterior. En este caso se dispondrá además lo necesario para el aprovechamiento de las aguas pluviales de la cubierta del edificio.

Se han previsto las cimentaciones para el soporte de la aparamenta de intemperie y pórticos del tipo “zapata aislada” de concreto en masa. Se deberán proyectar de acuerdo a la naturaleza del terreno una vez realizado el estudio de mecánica de suelos definitivo.

Las zanjas se construirán con bloques prefabricados de concreto con objeto de alojar los cables de control, de fuerza, de potencia y fibra óptica para interconectar los equipos primarios, secundarios y demás componentes de las subestación eléctrica. Serán colocadas sobre un relleno filtrante en el que se dispondrá un conjunto de tubos porosos que constituirán parte de la red de drenaje, a través de

la cual se evacuará cualquier filtración manteniéndose las canalizaciones libres de agua.

Los viales interiores se realizarán de dos tipos; los de la zona de acceso al parque y transformador principal serán de losas de concreto y deben considerar el tránsito de un tractocamión, y el resto de viales serán de carpeta asfáltica, dimensionados para el tránsito de un camión-grúa para las maniobras de mantenimiento del parque. Los pisos para las áreas eléctricas deben ser con terminado de grava triturada.

Se realizará un cerramiento de toda la subestación de al menos (2) dos metros de altura formado por una barda metálica de acero galvanizado reforzado, rematado con alambrada de tres filas, con postes metálicos, embebidos sobre murete corrido de concreto de 0,5 m de altura. Se dispondrá también una puerta de acceso de peatones de 1 m de anchura y otra puerta de acceso de vehículos de 6 m de anchura de tipo corredera.

Instalación de paneles fotovoltaicos

El módulo empleado para este diseño preliminar es el modelo JKM325PP-72-V 325W de la marca Jinkosolar, de 325 Wp de potencia.

El modelo de empleado tiene las siguientes características (Tabla 2.5):

Tabla 2.5 *Características de los paneles fotovoltaicos*

<i>Instalación de paneles fotovoltaicos</i>	<i>Características</i>
72 Células solares policristalinas (6x12)	156 x 156 mm
Potencia máxima	325 Wp
Tensión máxima del sistema	1500 Vcc
Corriente de cortocircuito	9.1 A
Tensión en circuito abierto	46.7 V
Tensión en el punto Pmax	37.6 V
Corriente en el punto Pmax	8.66 A
Tipo de terminal de salida	Caja de conexión
Cable	Resistente UV 1.2 m, 12AWG
Conectores	MC4
Medidas	1956 x 992 x 40 mm

Fuente: Invenergy, 2017

Los módulos fotovoltaicos se colocan sobre seguidores que constituyen el soporte de los mismos. Dichos seguidores se cimientan sobre apoyos generalmente hincados en el terreno.

Los seguidores realizarán seguimiento a un eje (seguimiento acimutal) Los seguidores horizontales con seguimiento a un eje tienen las siguientes características:

- El sistema de seguimiento permite capturar más radiación solar, por lo que se incrementa la producción de energía de los módulos fotovoltaicos.
- El coste de instalación y mantenimiento es superior, especialmente debido a la aparición de elementos móviles.
- Las pendientes máximas del terreno han de ser menores debido a que los pilares están todos alineados y por tanto deben tener la misma altura y resistencia en sus cimentaciones.

La estructura seleccionada es un Seguidor horizontal con seguimiento a un eje NXHORIZON del fabricante NEXTracker o similar con 1 módulo fotovoltaico en posición vertical y una cimentación por tornillos, hincado o con pilotes de hormigón. La distancia entre postes es de 5.93 m (en la dirección este-oeste). Los módulos fotovoltaicos se instalan en un seguidor con una inclinación variable de 120° (±60°) y un acimut de 0° dirección norte.

Esta orientación y acimut garantizan la máxima producción a lo largo del año. El tipo de seguimiento es a un eje horizontal con sistema backtracking para evitar las sombras entre filas de seguidores.

Cada fila del seguidor dispone de 84 o 56 módulos fotovoltaicos, agrupados en 2 y 3 strings. La distancia entre estructuras (pitch) es de 5.93 m. Existen 5,750 unidades de seguidores de 3 strings (84 módulos) y 69 de 2 strings (56 módulos).

Línea de Transmisión

Como parte de este proyecto, se llevará a cabo la instalación de una línea de transmisión aérea de 230 KV, sin embargo, debido a que la ubicación final de la línea de transmisión está siendo analizada aun por el promovente, para beneficio del lector, a continuación se presentan las características generales de la línea de transmisión, aunque como ya se mencionó, posteriormente se presentará la manifestación de impacto ambiental correspondiente a dicha línea.

La línea estará constituida por un circuito trifásico con un conductor por fase de tipo ACSR 1113 MCM con las siguientes características (Tabla 2.6):

Tabla 2.6 *Características de la línea de transmisión*

<i>Línea de transmisión</i>	<i>Características</i>
Tipo	ACSR
Calibre	1113 MCM
Nombre	Bluejay
Número de hebras	45/7
Tensión de ruptura	13.014 daN
Diámetro del conductor	31,98 mm
Peso unitario	1,871 daN/m
Sección total	603 mm ²
Coefficiente de dilatación lineal	0.000023 1/°C
Módulo de elasticidad inicial	1.851 daN/mm ²
Módulo de elasticidad final	4.672 daN/mm ²

Fuente: Invenergy, 2017

Se instalará a todo lo largo de la línea y en la parte superior de la misma, un cable de guarda de tipo compuesto tierra- fibra óptica OPGW de 36 fibras con las siguientes características:

<i>Línea de transmisión</i>	<i>Características</i>
Tipo	OPGW
Material exterior	Alumoweld
Tensión de ruptura	7.800 daN
Diámetro del conductor	14,65 mm
Peso unitario:	0,585 daN/m
Nº de fibras	36
Coefficiente de dilatación lineal	0.0000155 1/°C
Módulo de elasticidad final	11.200 kg/mm ²

Fuente: Invenergy, 2017

2.4.1 *Personal empleado durante la preparación del sitio y construcción*

La mano de obra requerida mensual en la etapa de preparación del sitio y construcción será entre 150 y 200 personas durante las fases de mayor actividad del Proyecto. Se mantendrá un programa de semana laboral estándar con varios turnos durante diferentes etapas de la construcción.

En la Tabla 2.7 se muestra una estimación de la mano de obra requerida durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Tabla 2.7 Empleados contemplados para el Proyecto

<i>Especialidad</i>	<i>Número de personas</i>	<i>Descripción de actividades</i>
Personal de construcción	Entre 150 y 200	A cargo de las labores de construcción general del Proyecto.
Supervisor Calidad, Seguridad y Ambiente	Entre 6 y 8	Encargado de corroborar el cumplimiento de los compromisos de calidad, seguridad y ambientales de los subcontratistas.

Fuente: Invenenergy, 2017

El transporte diario del personal será realizado por medio de camiones, camionetas u otro medio de transporte. Los horarios estarán asociados al inicio y término de la jornada de trabajo.

2.4.2 *Insumos, equipos y maquinaria durante la preparación del sitio y construcción*

Insumos

Los insumos requeridos durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto se presentan a continuación:

Agua potable

El suministro y reposición será contratado a una empresa autorizada con garrafones y vasos reciclables

Agua industrial (agua para fines constructivos)

Durante las etapas de preparación de sitio y construcción, se requerirá agua para fines constructivos, especialmente control de polvo. Se estima un consumo de 320 m³ de agua por día la cual será provista por una empresa autorizada por medio de camiones pipa de entre 16 y 32 m³ de capacidad. El agua se mantendrá en las pipas. No habrá almacenamiento en el sitio.

Energía eléctrica

No existe infraestructura eléctrica en el sitio del Proyecto que suministre energía, por lo que para la construcción del Proyecto se ocuparán generadores de electricidad de gasolina o diésel para satisfacer la demanda energética, mientras que la energía eléctrica requerida para satisfacer las necesidades del Proyecto en la etapa de operación será abastecida mediante la generación, transmisión y transformación del mismo Proyecto.

Combustibles

El combustible para los generadores eléctricos será adquirido en las estaciones de servicio más cercanas al Proyecto y se almacenará en recipientes de 200 L de

capacidad, de preferencia, se optará por no mantener almacenado combustible en los almacenes de la obra para evitar al máximo posibles derrames y/o accidentes.

Materiales

A continuación se detallan los principales materiales a utilizar durante las etapas de preparación del sitio y construcción

- **Concreto:** Se estima unos 6,000 m³ de concreto.
- **Material de relleno.** El material de relleno necesario para la construcción de la plataforma de las subestaciones y para cubrir las zanjas será obtenido de las propias excavaciones o camas de arena de ser necesario y confirmado por la geotecnia. De ser necesario, se obtendrá material de relleno de proveedores autorizados.
- **Cableado.** La cantidad de cable a utilizar no ha sido aún definida.
- **Cercado perimetral.** Apoyos metálicos galvanizados y malla de alambre hexagonal galvanizado con una altura de 2 metros, finalizada con tres filas de alambre de púa para todo el perímetro del sitio.

El transporte de materiales e insumos considera el transporte de acero, concreto, agua para construcción e insumos menores necesarios para la construcción de las obras, se realizará en camiones apropiados para cada tipo de material, de acuerdo con los proveedores locales.

Equipo y maquinaria

En la siguiente tabla se presenta la maquinaria y equipo a emplear durante las etapas de preparación y construcción. Las cantidades expuestas son estimativas, las cuales serán verificadas con el contratista que realizará la construcción del parque.

El mantenimiento de los equipos de construcción y maquinaria se realizará en talleres existentes en el Municipio de Cananea y/o Aguaprieta (Tabla 2.8).

Tabla 2.8 *Maquinaria a emplear durante la preparación del sitio y construcción*

<i>Vehículos, Maquinaria y Equipo</i>	<i>Cantidad</i>
Bus-Minibús	5
Grúa horquilla grande	4
Grúa horquilla pequeña	10
Telescópica	2
Motoniveladora	4
Vibrocompactador	2
Retroexcavadora - retro pala	5
Cargador frontal	4
Máquina hincado	12 (7 perforadoras, 5 hincadoras)
Camiones de concreto grandes (revolvedora)	1
Camiones de concreto pequeños (revolvedora)	2
Camiones tolva	8
Camión cisterna	6
Camionetas 4x4	12

Fuente: Invenergy, 2017

La zona de obras provisionales o temporales del Proyecto consistirán principalmente de instalaciones tipo camper o contenedores metálicos (Figura 2.9). Esta zona se desarrollará dentro de una superficie de aproximadamente 1.00 ha dentro del área del parque fotovoltaico como mostrado en el Anexo 2.1. Las siguientes obras temporales son parte del Proyecto.



Figura 2.9 Ejemplo de contenedores o campers metálicos (instalaciones temporales)

Área de oficinas

- **Taller de trabajo.** Contará con elementos que permitan la correcta ventilación, luminosidad, con bancos y mesas de trabajo ergonómicos para facilitar el trabajo. En los talleres se podrá realizar provisionalmente el pre-montaje de estructuras.
- **Comedores.** Estas instalaciones contarán con bancas y mesas, piso, ventilación y luminosidad necesaria. No se contempla la preparación de alimentos, sólo la instalación del área de comedor. El abastecimiento de la alimentación será subcontratado a una empresa externa autorizada para desarrollar este tipo de servicio y que traerá diariamente la alimentación para los trabajadores, asimismo, esta misma empresa se encargará del retiro y disposición de residuos que se generen en esta área.
- **Servicios de Primeros Auxilios.** Se habilitará en uno de los contenedores, un área que contará con todo el equipamiento necesario para primeros auxilios, dentro del área de las oficinas. Se realizarán jornadas de capacitación e inducción sobre primeros auxilios previo al inicio de la obra.
- **Oficinas Administrativas.** Albergará al equipo técnico de calidad, seguridad y medio ambiente, que permitirá la operación segura durante la preparación del sitio y construcción del Parque.

Área de acopio y almacenamiento

El Proyecto contará con un almacén temporal y zona de acopio para el almacenamiento de módulos fotovoltaicos, así como del resto de equipos necesarios para la instalación. Se operará con la metodología *Just In Time*, de modo de minimizar el tiempo y espacio para almacenamiento de éstos.

En estas instalaciones se almacenarán también materiales, herramientas y elementos de protección personal.

Zona de baños

Durante la fase de construcción se instalarán baños portátiles en el área de acceso y de oficina. Estarán ubicados en lugares convenientes, a una distancia en sentido horizontal no mayor de 75 metros ni a más de un piso del lugar de trabajo. En algunos frentes de trabajo se instalarán también baños portátiles, los cuales se irán desplazando con el frente de trabajo. Se instalará un baño por cada 15 personas.

Zona de acopio de residuos peligrosos y no peligrosos

Se habilitarán zonas cercadas destinadas al almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos y escombros que se generen en la fase de preparación del sitio y construcción, tales como fierro, madera no contaminada, pernos y otros.

Los residuos sólidos domésticos serán almacenados en forma temporal en bolsas plásticas dentro de contenedores herméticamente sellados en un depósito temporal. Estos residuos serán retirados en forma periódica por una empresa especializada y acreditada por el municipio, quien se encargará de su disposición final.

Asimismo, se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos, para el almacenamiento de los posibles residuos peligrosos que se generen durante las actividades de preparación del sitio y construcción. La bodega cumplirá con lo establecido en la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos, tendrá una base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los residuos almacenados.

Campamentos y dormitorios

El Proyecto no contempla la construcción e instalación de campamentos ni otro tipo de recintos para alojamiento y vivienda del personal, considerando que el personal que se contrate durante las actividades de preparación del sitio y construcción provendrá principalmente de las localidades cercanas al Proyecto. Para el personal que no sea de la zona, se dispondrá de hospedaje en poblados cercanos al Proyecto, disponiendo movilización diaria desde los lugares de alojamiento a los frentes de trabajo y las bases de operación.

Retiro de instalaciones temporales

Una vez que la construcción del Proyecto haya finalizado, se procederá al desalojo y retiro de las instalaciones temporales de la obra como los baños móviles, bodega de almacenamiento de materiales y área de acopio y almacenamiento. Todas las obras temporales serán retiradas por el proveedor. Para el caso del almacén de residuos peligrosos, durante su retiro, en caso de presentar algún tipo de contaminación, se clasificará, dismantelará y manejará de acuerdo a la normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos.

2.6 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

2.6.1 *Parque fotovoltaico*

Los paneles solares están compuestos por láminas semiconductoras llamadas células fotovoltaicas, tal como ya fue explicado anteriormente. Estas son capaces de desprender electrones cuando los fotones inciden sobre ellas. De ésta forma, las células fotovoltaicas transforman la radiación solar directa y difusa en energía eléctrica en forma de corriente continua de baja tensión (1,500 V).

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

Durante la operación de Planta Solar Fotovoltaica Sonora Solar se realizarán una vez al mes visitas oculares para la implementación del programa de mantenimiento eléctrico y de servicios.

A su vez se llevará a cabo un sistema de monitoreo específico de la generación eléctrica el cual permite una comunicación y control en tiempo real. Para ello se necesita conectar el inversor a una línea telefónica directa. El inversor almacena históricos de potencia producida, intensidad de trabajo y tensión. Con estos datos se puede determinar la cantidad de contaminantes que se ha dejado de emitir a la atmósfera gracias a la instalación.

Centro de Control

La operación de la central se realizará por el personal de operación y mantenimiento de la Planta, en el alcance de su jornada laboral.

Pruebas y puesta en marcha

Además de los controles que se irán realizando periódicamente durante cada una de las fases de la construcción para detectar y corregir posibles fallos y desperfectos en la instalación, una vez construido el Parque y antes de la puesta en marcha, se efectuará una batería de pruebas finales destinadas a comprobar el correcto montaje y funcionamiento de todos los equipos y sistemas de la planta. A continuación se muestra una lista indicativa de las pruebas y ensayos que se llevarán a cabo:

Generador FV:

- Inspección visual para detectar desperfectos y/o errores de montaje.
- Comprobación del voltaje de los *strings* en circuito abierto.
- Comprobación de la polaridad del voltaje de los *strings*.
- Comprobación de la corriente de los *strings*. Esta comprobación se realizará una vez puesta en marcha la Planta, ya que no es posible realizarla con anterioridad, salvo en laboratorio.

- Comprobación de las caídas de voltaje DC entre el generador FV y los inversores.

Seguidores:

- Inspección visual para detectar desperfectos y/o errores de montaje.
- Comprobación del par de apriete de todas las uniones atornilladas.
- Comprobación de la ausencia de obstáculos que interfieran con el movimiento del seguidor.
- Comprobación de la transmisión de movimiento del sistema de seguimiento en todo su rango de giro.
- Comprobación de la alineación correcta del sistema de seguimiento en todo su rango de giro.

Cableado BT, MT y sistema de seguridad y monitorización:

- Inspección visual para detectar desperfectos y/o errores de conexión.
- Comprobación de la continuidad eléctrica de todos los conductores de la planta mediante el timbrado en ambos extremos de cada uno de ellos. Al mismo tiempo se detectarán las conexiones erróneas.
- Comprobación del aislamiento eléctrico de todos los conductores de la planta mediante el pegado de todos ellos, comprobando que la resistencia de aislamiento es la correspondiente a su ficha técnica.

Inversores, transformadores, instalación MT y subestación:

- Inspección visual para detectar desperfectos y/o errores de montaje.
- Comprobación de que todas las magnitudes eléctricas, tanto en AC como en DC, están dentro de rango. En paralelo, comprobación del funcionamiento de todos los mecanismos y dispositivos.

Sistema de monitorización:

- Comprobación de la atenuación de la señal en la instalación fibra óptica.
- Comprobación de lectura de todos los sensores.
- Comprobación de recepción de lectura de todos los sensores.
- Puesta en marcha
- Una vez terminada la construcción del Parque y efectuadas todas las pruebas necesarias, se procederá a su puesta en marcha y conexión a red.

Mantenimiento

Mantenimiento preventivo

Éste comprenderá la limpieza e inspección de los equipos e instalaciones, ejecución de reaprietes en equipos y componentes de estructuras, mediciones de verificación y chequeo, según lo establecido en catálogos de los equipos.

En el caso de los paneles solares, la principal operación preventiva es la limpieza y lubricación de los seguidores a un eje.

El lavado de los paneles se requiere para eliminar el polvo que se va depositando en los mismos y que se encuentra en suspensión en el aire. Los periodos de limpieza estarán vinculados a la eficiencia de dichos paneles, pudiéndose alargar dichos periodos si la suciedad no es excesiva y no afecta al óptimo rendimiento de la planta. En general, las actividades de mantenimiento preventivo se llevarán a cabo dos veces al año.

Las revisiones de la instalación comprenden las siguientes actividades:

- Inspección eléctrica de seguidores;
- Verificación mecánica de seguidores;
- Verificación del estado de los módulos (desde un punto de vista técnico y mecánico)
- Termografía de seguidores;
- Mantenimiento preventivo de los centros de transformación;
- Inspección mensual de la estación meteorológica; e
- Inspección mensual de los grupos electrógenos de emergencia.

De la misma forma, el mantenimiento de la infraestructura consiste en mantener operativos la red de caminos internos y de acceso del Proyecto, la puerta de acceso y el vallado perimetral, la señalización, etc. así como también mantener en perfecto estado todas las instalaciones que comparte con la comunidad

Limpieza de paneles:

La suciedad que se acumula en la superficie transparente del módulo disminuye el rendimiento pudiendo ocasionar efectos de inversión similares a aquellos causados por sombras (efecto "hot spot"). Este efecto incrementa si hay presencia de residuos específicos como tales como heces de pájaros; por lo tanto, la detección temprana de este tipo de residuo prevendrá que ocurran problemas significativos en la operación. La periodicidad de limpieza de dichos paneles, estará entonces directamente vinculada al funcionamiento óptimo de los paneles, pudiendo ser inclusive cada dos años.

Esta tarea consiste simplemente en limpiar los módulos con agua teniendo cuidado de que el agua no se acumule en el módulo. La limpieza con agua se hace mediante simulación de agua de lluvia de intensidad moderada a alta a través de un aspersor mecánico que será operado por una persona, o bien a través de un sistema automatizado tipo robot. El agua a utilizarse provendrá de pipas, el agua será almacenada en un tanque prefabricado de 30,000 lt.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se refiere a las reparaciones extraordinarias que se realizarán al sistema en el caso de producirse fallas o detectarse anomalías que puedan producir fallas, según observaciones registradas en inspecciones

periódicas que se realizan por el personal encargado de mantenimiento o empresas especializadas.

Se consideran una serie de tareas tales como:

- Reparación de averías de inversores, incluso sustitución parcial o total;
- Reparación de averías de celdas de media tensión incluido el cableado;
- Reparación de averías de transformadores de potencia. Incluso sustitución; y
- Reparación en cuadros de protecciones de corriente continua y corriente alterna, tales como sustitución de fusibles, etc.

La emergencia por falla del equipamiento, en este tipo de sistemas, es muy remota y en el evento de esta ocurrencia se requerirá de la participación de personal autorizado y especializado para la ejecución de las maniobras de reparación, comprobación de estados, lecturas de variables y todas las otras actividades relacionadas con la operación del sistema en su conjunto.

Reposición de módulos fotovoltaicos

Durante el periodo de construcción, se estima que aproximadamente el 0.05% del total de los módulos a instalar se convertirán en residuos debido a roturas durante su instalación o transporte.

Durante la fase de operación, se estima que anualmente aproximadamente el 0.0005% del total de los módulos instalados se convierta en residuos debido a roturas, esto es, aproximadamente unos 200 módulos fotovoltaicos.

Para el almacenaje de estos residuos, se dispondrá de una zona de acopio específica para los módulos fotovoltaicos dentro del campamento de faenas. Se tratará de un espacio especialmente acondicionado para ello. Esta zona de acopio cumplirá con la normativa sanitaria vigente.

2.6.2

Personal requerido durante la operación y mantenimiento

Esta mano de obra y el personal administrativo, será local capacitando previamente a estas personas para ejecutar adecuadamente sus labores. En la siguiente tabla se presenta el personal requerido para las tareas de operación y mantenimiento del Proyecto.

<i>Especialidad</i>	<i>Número de personas</i>	<i>Descripción</i>
Gerente de Planta	1	Administración general de la Planta
Operadores	4	Operación general de la Planta en turnos rotativos
Supervisores de calidad, seguridad y medio ambiente	1	Prevención de riesgos, medio ambiente y de las tareas de prevención
Personal aseo	1	Mantenimiento general de los sistemas sanitarios y entorno
Personal mantenimiento	5	Mantenimiento operacional de la Planta
Vigilancia del sitio	3	Personal de vigilancia

Fuente: Invenergy, 2017

2.6.3

Insumos, equipos y maquinaria durante la operación y mantenimiento

Agua potable

Se estima un consumo diario de aproximadamente 50 l al día para el consumo de los empleados. El agua para beber se entregará al personal en dispensadores de agua envasada y se estima un consumo de 3 l/día por operario. El suministro y reposición será contratado a una empresa autorizada.

Agua industrial

La limpieza de los módulos se realizará por medio de camiones cisterna diseñados específicamente para esta tarea. Se estima que se usará un volumen de 200 m³ al año para limpieza de los módulos. El agua se almacenará en tanques de 30,000 litros de capacidad. Si se llegaran a utilizar aditivos serían todos biodegradables. El agua residual del lavado de los paneles es agua mezclada con restos de polvo, por lo que su caracterización es semejante a la que se genera con agua de lluvia sobre cualquier superficie que se encuentre expuesta a las partículas en suspensión y que se van depositando en el tiempo. Es por ello que esta agua no se considera como agua residual y no necesita tratamiento pues no contiene elementos contaminantes que puedan afectar la calidad del suelo o aguas subterráneas.

Energía eléctrica

El consumo eléctrico para el funcionamiento de las instalaciones de la planta fotovoltaica será de aproximadamente 2800 MWh/año obtenido de CFE.

Maquinaria y combustibles

El combustible necesario para esta etapa será gasolina y/o diésel para el generador de emergencia de la planta fotovoltaica. La cual se obtendrá de estaciones de servicio cercanas.

Otros insumos para la operación y mantenimiento del equipo

El principal insumo para la operación del sistema son los aceites lubricantes de aceite vegetal o mineral para los transformadores. Se requerirá de aproximadamente de 40 l. Su limpieza y cambio tiene una periodicidad de una vez cada dos años. Los demás insumos utilizados, son menores y eventuales, y serán materiales y/o repuestos que serán requeridos por personal de mantenimiento. Todos estos lubricantes se mantendrán en una bodega que será emplazada en un contenedor hermético.

Se requerirá pintura epóxica (aproximadamente 7.5 l) y posiblemente pintura en aerosol para el mantenimiento del edificio de operaciones.

El transformador requiere del uso de nitrógeno y gas SF₆.

En caso de que no se pueda extender el contrato al final del Proyecto y no se tiene un comprador de la energía eléctrica o de las instalaciones, la planta fotovoltaica dejará de operar al término de su vida útil. Para el desmantelamiento del parque, se podrán implementar las acciones de restauración encaminadas a recuperar el valor ambiental de la zona ocupada por los elementos propios de la planta.

Las condiciones de trabajo serán similares a las descritas en la etapa de construcción y se cumplirán las disposiciones presentes y futuras en cuanto a calidad y condiciones sanitarias y ambientales en los lugares de trabajo.

El desmantelamiento y remoción incluye:

- Embalaje de los módulos para su remoción del sitio y reciclaje;
- Remoción de instalaciones auxiliares; y
- Recuperación, re-vegetación, restauración y estabilización del suelo para regresar el sitio a las condiciones que existían antes del Proyecto.

El objetivo del Plan de Abandono es el control de erosión durante todas las etapas de la construcción, operación y abandono del Proyecto para asegurar la recuperación final de las áreas afectadas.

Desenergización y desconexión

La desconexión de todos los equipos eléctricos, así como el cableado se hará de acuerdo con lineamientos y estándares aplicables. Cualquier desmantelamiento eléctrico deberá obtener los permisos necesarios para los procedimientos de etiquetado y candado antes de la desenergización, aislamiento, y la desconexión de todo el equipamiento, dispositivos y cableado eléctrico de la planta fotovoltaica, de la subestación (en el caso de ser necesario) y centros de transformación. La disposición o reciclaje se llevará a cabo de acuerdo con los requerimientos legislativos aplicables.

Desarme de paneles fotovoltaicos

En primer lugar se realizará la desconexión de los paneles. Posteriormente, se desmontarán los paneles, empaquetarán y se cargarán a un camión para su transporte a una ubicación designada para su reventa, reciclaje o disposición. Si los paneles no se utilizarán en otra ubicación, el vidrio y silicón se recuperarán y los marcos de aluminio se reciclarán. Las cajas y cableado subterráneo se removerán.

La estructura de tracker que sostiene los paneles se desatracará y desarmará manualmente con la ayuda de una grúa móvil pequeña. Cualquier otro material y/o equipo recuperable se removerá del sitio para su reventa, valor de chatarra o disposición dependiendo de las condiciones del mercado.

Reciclaje

Los paneles solares que se proponen para el Proyecto tendrían una vida útil de 40 años pero cuentan con garantía de 25 años. Debido a que se espera a que los paneles tengan capacidad de seguir generando electricidad después del desmantelamiento de la planta, el Promovente propone reutilizar y reciclar los paneles.

Desmantelamiento de instalaciones

El desmontaje de las estructuras soporte consiste básicamente en el desmantelamiento de la estructura que unió los paneles hasta 1 m de profundidad. Los paneles serán puestos a la venta para su uso en un mercado secundario. Posteriormente se apilarán las estructuras en un lugar destinado para ello desde el cual serán cargadas a un camión para su transporte definitivo a una empresa autorizada para su correcto tratamiento y reutilización. Respecto a los controladores, inversor, transformadores e interruptor, y demás componentes se procederá a la desconexión, desmontaje y retirada para su reutilización o reciclaje de componentes. El desmontaje de los componentes, apilamiento y carga de las piezas a los camiones mediante un camión con brazo hidráulico, mini grúa hidráulica, y en presencia de condiciones climáticas adversas mediante una grúa de mayor tonelaje, y el transporte de las piezas hasta el establecimiento de destino mediante camiones.

Por razones de seguridad, el cercado perimetral y la iluminación serán de los últimos componentes en ser desmantelados y removidos del sitio.

Limpieza de las áreas de trabajo

Las bases de concreto y cimentación se romperán utilizando equipo mecánico y se retirarán y reciclarán o reutilizarán como relleno. Se establecerán controles para el manejo adecuado de materiales y residuos peligrosos así como medidas de erosión de suelo. Este tipo de controles serán similares a los que se implementarán durante la etapa de construcción. El residuo de concreto que no se pueda utilizar o reciclar se dispondrá como residuo de manejo especial.

Los caminos internos de grava y áreas de estacionamiento se removerán para permitir la restauración de estas áreas. Normalmente se remueve la base de agregados de estas áreas utilizando una cargadora con llantas de hule. Camiones de volteo transportará el agregado a una instalación de reciclaje o a una instalación de disposición final autorizada. Se realizará la nivelación del suelo y se procederá a una restauración de las condiciones naturales del terreno a las encontradas originalmente.

Restauración

La restauración del sitio a condiciones naturales es posible asegurándose de lo siguiente:

- La limpieza del sitio seguido de nivelación de la superficie, si fuera necesaria;
- Cualquier excavación y/o zanja resultado de la remoción de cimentaciones del equipo, soportes del tracker o cableado subterráneo se rellenará con material apropiado y nivelado a la superficie del terreno;
- El suelo compactado se descompactará, cubrirá con suelo adecuado y nivelado;
- Durante la operación y restauración, se mantendrán los nutrientes del suelo como parte del manejo de suelos.
- Las áreas compactadas incluyendo caminos, estacionamiento, subestación y otras ubicaciones serán descompactadas por medio de escarificación profunda, si es necesario para llevar el terreno a los contornos previos al Proyecto. Se colocará la capa superficial del suelo limpio o arena de la zona sobre las áreas previamente compactadas y nivelado al nivel existente.

Revegetación

El propósito de la revegetación es de estabilizar el suelo y reducir el potencial de erosión eólica e hidráulica. En áreas de desierto, la revegetación puede ser no apropiada y permanecerá la arena nativa. Medidas adicionales para prevenir la erosión del suelo se propondrán en el momento.

2.7.1 *Personal durante la etapa de abandono*

Durante la etapa de abandono se estima una utilización de mano de obra en promedio de 100 personas por 6 meses.

2.8 *UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS*

Este Proyecto no requiere del uso de explosivos en ninguna de sus etapas.

2.9 *GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMOSFERA*

Todos los residuos que se generen en cualquiera de las etapas del Proyecto se manejarán de acuerdo con las Medidas de Manejo de Residuos incluidos en el Capítulo 6, así como en las disposiciones de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos LGPGIR y su reglamento (ver análisis y discusión en el Capítulo 3).

2.9.1 *Etapas de preparación del sitio y construcción*

Los residuos que se espera generará el Proyecto serán vegetal producto del desmonte, el cual será empleado en el mismo sitio como mejorador de suelo y en caso de exceder la cantidad requerida será dispuesto o donado para que se incorpore la materia orgánica al suelo, previa autorización de la autoridad municipal.

Otro tipo de residuos que se generarán son residuos sólidos urbanos (RSU) generados por el personal que laborará en el frente de trabajo (residuos orgánicos e inorgánicos de los alimentos de trabajadores)

El transporte hacia los basureros o recolectores de residuos sólidos se realizará utilizando los caminos internos habilitados, utilizándose principalmente camiones y camionetas.

A continuación se presenta el tipo de residuos que se generarán durante la etapa de construcción y las cantidades aproximadas (Tabla 2.9):

Tabla 2.9 *Residuos generados durante la preparación del sitio y construcción*

<i>Clasificación</i>	<i>Residuo</i>	<i>Cantidad (ton/mes)</i>
Residuos sólidos urbanos	Papel	0.3
	Orgánico	0.4
	Otros	0.4
Residuos de manejo especial	Chatarra	1
	Madera	0.5
	Otros	3
Residuos peligrosos	Lubricantes	0.04
	Aceites	0.05
	Grasas	0.01

Fuente: Invenergy, 2017

Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por los trabajos de desmonte y nivelación del terreno, así como gases de combustión que se generen con la operación de la maquinaria y equipo a utilizar.

Por lo anterior, se espera le emisión de polvos debido a los movimientos de tierra y movimientos de la maquinaria a través de la superficie no asfaltada y se consideran las siguientes medidas:

- humedecimiento de las vías de acceso y caminos interiores al momento del traslado de estructuras para el montaje de los paneles.
- protección de los montículos temporales de tierra generados por la excavación de zanjas, por medio de materiales como lonas o polietilenos que impidan el levantamiento de polvo.

Además, se producirá la liberación a la atmósfera de los gases de combustión producidos por los vehículos de construcción, la maquinaria utilizada durante las obras de construcción y el uso de generadores. No se estima que las emisiones producidas serán significativas.

Cabe destacar que las áreas del Proyecto no se encuentran en zona saturada por ningún tipo de contaminante, por los usos de suelo y actividades que se desarrollan en las zonas aledañas al predio (actividades agrícolas y terrenos en desuso).

Ruido

El ruido generado durante la etapa de preparación de sitio y construcción del Proyecto, provendrá del uso de maquinarias móviles como excavadoras, grúas y el camiones de carga con niveles sonoros de aproximadamente 80 dB.

Se implementarán medidas de mitigación, como el uso de protectores auditivos, enfocadas a reducir el ruido percibido por los trabajadores que son los primeros receptores.

Lo anterior, para dar cumplimiento a las siguientes normas oficiales mexicanas:

- NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación;
- NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición;y
- NOM-011-STPS-2001 que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Residuos líquidos

Sólo se generarán aguas residuales provenientes de los baños portátiles, mismos que serán retiradas por la empresa subcontratada, la cual esta especializada y autorizada para el correcto manejo y disposición.

2.9.2 Etapa de operación y mantenimiento

Residuos sólidos de manejo especial

Los residuos de manejo especial a generar, serán aquellos derivados de las actividades de mantenimiento como: pedazos de cables, madera, alambre. Serán manejados de acuerdo a las medidas de manejo establecidas en el Capítulo 6, procurando siempre minimizar la generación sobre el reúso y por último la disposición.

Para los residuos de los paneles, se contactarán empresas de reciclaje de vidrio y fierro para que dichos residuos sean reciclados.

Residuos peligrosos

Durante el mantenimiento del Proyecto se generarán residuos peligrosos como materiales impregnados de hidrocarburos y solventes como estopas, trapos, papel cartón. Estos residuos serán manejados de acuerdo con lo que especifica Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Se contará con una bodega permanente que servirá como almacenamiento temporal de los residuos sólidos peligrosos generados durante el mantenimiento y limpieza de las celdas y equipo mecánico. La bodega cumplirá con lo establecido en la LGPGIR y su Reglamento, en los siguientes aspectos:

- Contará con un cierre perimetral, el cual impedirá el libre acceso de personas y animales;
- Estará techada y protegida de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar;
- Tendrá un sistema colector de eventuales derrames, con una capacidad de retención no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados;
- Contará con señalización de acuerdo a la Norma;
- La bodega tendrá vías de escape accesibles, en caso de emergencia y contarán con extintores de incendios cuyo tipo, potencial de extinción y capacidad en kilos será según los materiales combustibles o inflamables que existan. El número total de extintores, su ubicación y señalización dependerá de la superficie total a proteger y se realizará de acuerdo a lo establecido en la norma; y
- Estarán señalizadas con letreros, en los que se indicará que corresponde a una bodega de acopio temporal de residuos peligrosos.

Todos los residuos peligrosos serán manejados mediante una empresa autorizada por SEMARNAT para su manejo y disposición, así como por SCT para su transporte.

Por su parte los transformadores a instalar, estos se encontrarán libres de PCBs y se verificará que las empresas responsables de su mantenimiento manejen de forma adecuada los residuos.

Módulos fotovoltaicos

Derivado de la construcción y operación del proyecto, se prevé la restitución de aquellos módulos fotovoltaicos dañados. Los módulos que tengan que ser repuestos, serán enviados a proveedores de reciclaje de vidrio y fierro para su posterior reciclaje.

Asimismo, la empresa subcontratada para la operación de la planta, o el propio fabricante de módulos podrán ser contratados por el promovente para hacerse cargo de estos residuos de manera apropiada.

Aproximadamente el 80 % de un panel fotovoltaico está compuesto de vidrio, por lo que la industria de reciclaje de vidrio plano puede tratar este producto en sus actuales líneas de reciclaje, debido a la similitud en términos de morfología, estructura y composición de los paneles fotovoltaicos con productos de vidrio plano.

El proceso comprende tres etapas principales:

- Preparación: extraer el marco y la caja de conexión
- Trituración
- Procesamiento del vidrio plano en la línea de reciclaje

Los materiales obtenidos mediante este proceso son vidrio, metales ferrosos y no ferrosos, silicio y plásticos. El reciclaje de los materiales permite recuperar incluso las cajas de conexiones y los cables. El vidrio obtenido de los módulos se puede mezclar con vidrio reciclado normal, donde una parte se puede reintroducir en productos de fibra de vidrio o de aislamiento, y otra en productos de envases de vidrio. Los metales, el silicio y los plásticos pueden utilizarse para la fabricación de materias primas nuevas.

Aguas residuales

El Proyecto no generará aguas residuales como parte de su operación, salvo el agua sanitaria de los servicios relacionados al personal y el agua de lavado de los paneles cuya explicación se provee arriba. Durante la operación, las aguas sanitarias serán colectadas en una fosa séptica y retiradas mediante una empresa autorizada para su manejo y disposición final de forma adecuada.

A continuación (Tabla 2.10) se presenta el tipo de residuos que se generarán durante la etapa de operación y mantenimiento con la cantidad aproximada:

Tabla 2.10 *Residuos sólidos generados durante la operación y el mantenimiento*

<i>Clasificación</i>	<i>Residuo</i>	<i>Cantidad (ton/mes)</i>	<i>Forma de almacenamiento</i>	<i>Disposición final</i>
Residuos sólidos urbanos	Papel	0.01	En contenedores de 200 L etiquetados y dispuestos en sitios previamente seleccionados	En relleno sanitario a través de un proveedor de servicio de recolección.
	Orgánico	0.015		
	Otros	0.015		
Residuos de manejo especial	Chatarra	0	NA	NA
	Madera	0		
	Otros	0		
Residuos peligrosos	Lubricantes	0.01 por año	Almacén temporal de residuos peligrosos	A través de un proveedor de servicio certificado
	Aceites	0.015 por año		
	Grasas	0.0005 por año		

Fuente: Invenergy, 2017

3 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTO JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

3.1 VINCULACIÓN CON LEYES Y REGLAMENTOS

3.1.1 *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*

Establece en su Artículo 27 que: *“Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica.”*

Toda vez que el presente Proyecto pretende aprovechar la energía solar para generar energía eléctrica por medio del uso de paneles fotovoltaicos, el mismo está sujeto a las disposiciones federales que resulten aplicables, incluidas aquellas en materia de impacto ambiental dado que, por su naturaleza, es de competencia federal, como se detalla en las Secciones 3.1.3 y 3.1.4.

3.1.2 *Ley de Transición Energética*

Esta Ley establece en su Artículo 4 que: *“La Estrategia deberá establecer Metas a fin de que el consumo de energía eléctrica se satisfaga mediante un portafolio de alternativas que incluyan a la Eficiencia Energética y una proporción creciente de generación con Energías Limpias, en condiciones de viabilidad económica. A través de las Metas de Energías Limpias y las Metas de Eficiencia Energética, la Secretaría promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance los niveles establecidos en la Ley General de Cambio Climático para la Industria Eléctrica.”*

El Proyecto resulta perfectamente compatible con esta Ley dado que consiste en el desarrollo de infraestructura que permitirá generar energía eléctrica a partir de una fuente de energía limpia (solar).

Otros artículos que guardan relación con el Proyecto, son los siguientes:

Artículo 9.-El Estado Mexicano promoverá que existan las condiciones legales, regulatorias y fiscales para facilitar el cumplimiento de las Metas y sus disposiciones reglamentarias para todos los integrantes de la Industria Eléctrica.

Artículo 14.- Para efectos de esta Ley, corresponde a la Secretaría:

...

IV. Promover el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de generación y Aprovechamiento de Energías Limpias y el Aprovechamiento sustentable de la energía, que México haya adquirido y cuyo cumplimiento esté relacionado directamente con esta Ley, en condiciones de viabilidad económica y sin menoscabo de la competitividad;

V. Promover el cumplimiento de todas las Metas país mediante la formulación y aplicación de los instrumentos de política pública correspondientes, la coordinación con las instancias relevantes, la evaluación anual del cumplimiento de las Metas país y la adopción de medidas correctivas en el caso de que el logro de las Metas país se encuentre por debajo de los niveles establecidos, considerando en todo momento que dichas medidas deben establecerse tomando en cuenta los costos asociados;"

El Proyecto también guarda relación con los artículos anteriores, debido a que éste promueve el cumplimiento de las Metas país y de los compromisos internacionales en materia de generación y aprovechamiento de energías limpias, a los cuales se refiere el Artículo 14 de esta Ley.

3.1.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

El Artículo 28 establece que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales:

"II. Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelería, azucarera, del cemento y eléctrica;"

De manera que es la federación, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien regula las actividades de la industria eléctrica en materia de impacto ambiental.

Toda vez que el Proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a partir de paneles solares, se encuentra sujeto a obtener la correspondiente autorización en esta materia.

3.1.4 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)

El Artículo 5 del REIA establece que quienes pretendan llevar alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental:

“K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:

I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelectricas, eoloelectricas o termoelectricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;

II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y

IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW. Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.”

Si bien es cierto que no se menciona de manera explícita a los parques fotovoltaicos como Proyectos sujetos a la obtención de dicha autorización, al ser instalaciones destinadas a la generación de energía eléctrica, los mismos son de competencia federal, y por lo tanto, la regulación de los impactos que la construcción y la operación de los mismos pudieran llegar a ocasionar, también son competencia federal.

Por lo anterior, se somete a evaluación en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT el Proyecto, mediante la presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad Particular (MIA-P).

3.1.5 Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Esta Ley especifica en su Artículo 19, fracciones VII y VIII lo siguiente:

“Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico;”

En este sentido, como parte de la construcción y la operación del Proyecto, se generarán residuos propios de ambos grupos. Sobre todo los pertenecientes a los señalados en la fracción VIII, relativos a residuos tecnológicos característicos de los equipos e instalaciones que operarán en el parque fotovoltaico, y que al transcurrir su vida útil requerirán un manejo específico. Para este tipo de residuos, cuando se generen (paneles dañados, etc) se tiene contemplado

implementar un plan de manejo que permita su posible reciclaje o disposición final en un sitio autorizado.

3.1.6 *Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos de Sonora (PEPGIR)*

Para efectos de este programa se utiliza como definición de Residuo de Manejo Especial, la considerada en la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Sonora, la cual establece en su Artículo 3, que:

“Son desechos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados residuos peligrosos o como residuos sólidos urbanos o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos”

Este programa clasifica los Residuos de Manejo Especial de la siguiente manera (Tabla 3.1):

Tabla 3.1 *Clasificación de los residuos de manejo especial según el PEPGIR Sonora*

RESIDUO	DESCRIPCIÓN
Sólidos urbanos	Se compone de residuos con características domiciliarias generados en cantidad igual o superior a las 10 toneladas anuales.
Basura industrial	Corresponde a la mezcla de Residuos de Manejo Especial que se generan en cantidad igual o inferior a los 400 kg al año, de forma tal que su valorización resulta incosteable para el generador.
Baterías	Corresponde a este grupo de baterías o pilas alcalinas: Ni-Ca, recargables, etc., generadas de su uso como parte de las operaciones productivas y actividades comerciales de los establecimientos, así como aquellas generadas en casas habitación.
De construcción	Se generan en actividades de mantenimiento, reconstrucción y reparación de instalaciones, así como en desarrollos inmobiliarios y por particulares.
De construcción	Se componen de productos terminados en procesos productivos que no cumplen con los estándares de calidad del fabricante, y que por política interna deben ser destruidos y/o retornados al país de origen. Se incluye en la clasificación a los denominados scrap productivo y/o reciclable.
De material de empaque	Se integran por materiales distintos a madera, cartón, papel, poliestireno y plástico.
De procesamiento de alimentos	Se compone de residuos generados por plantas procesadoras de alimentos
Electrónicos	Incluiría los dispositivos electrónicos y sus componentes: TV's, pantallas de computadora, celulares, computadoras, enseres del hogar, cartuchos de tóner y tintas, etc.; desechados tanto en establecimientos productivos, comerciales, de servicios y casas habitación.
Llantas gastadas	Proviene de empresas comerciales y de servicios (llanteras), así como particulares que las desechen.
Lodo de tratamiento de aguas	Se generan de plantas de tratamiento de aguas residuales, privadas y públicas, de los cuales se determinó que no poseen características de peligrosidad (CRETI)
Madera	Incluye los residuos generados de su procesamiento en aserraderos, carpinterías, además de pedacería proveniente de establecimientos productivos, comerciales y de servicios donde se utilice el material.
Material de vidrio	–
Metálicos	Se constituye todo tipo de materiales metálicos (acero, fierro, bronce, cobre,

RESIDUO	DESCRIPCIÓN
	etc.), generado.
Papel/Cartón	Se constituyen por todo tipo de papel/cartón
Plásticos	Se constituyen por todo tipo de plásticos
Poliestireno (hielo seco)	Poliestireno (hielo seco)
Textiles de desecho	Corresponde a residuos que no se consideran como producto fuera de especificación, scrap reciclable y/o productivo, incluyendo los fabricados en algodón y materiales sintéticos.

La clasificación anterior la estableció el PEPGIR para poder llevar a cabo un diagnóstico básico en Sonora, para determinar la problemática en materia de generación de este tipo de residuos.

Durante el desarrollo del Proyecto, de acuerdo a esta clasificación, se generarán los siguientes tipos de residuos de manejo especial: basura industrial, de construcción, metales y plásticos.

Este programa en sí mismo no establece ninguna obligación legal relacionada con el manejo de este tipo de residuos, pues no constituye un instrumento regulatorio, sino diagnóstico, a pesar de ello, el Proyecto se desarrollará garantizando un manejo responsable de estos residuos.

3.2 *VINCULACIÓN CON INSTRUMENTOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*

3.2.1 *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).*

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) se expidió el 7 de septiembre de 2012. El objeto de este Programa es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y Proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, Proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la APF a quienes está dirigido este Programa- que permite generar

sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

En este sentido, el Proyecto promueve la construcción de infraestructura eléctrica acorde con las directrices de ordenamiento territorial que busca promover el POEGT, con el fin de garantizar la compatibilidad de dicha infraestructura con la vocación natural de los suelos, y buscando satisfacer las necesidades de servicios urbanos que demandan los núcleos de población, tal y como ocurre con el parque fotovoltaico, el cual suministrará la energía que generará al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

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. 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 local o regional vigentes.

En el presente apartado, precisamente se realiza un análisis de la compatibilidad del Proyecto con los diferentes programas de ordenamiento territorial regionales y locales que inciden sobre el Proyecto, los cuales están formulados de acuerdo con las directrices del POEGT, por lo que el análisis de compatibilidad del Proyecto con los mismos, implica a su vez un análisis del grado de compatibilidad del Proyecto con el POEGT.

3.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora

El Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora, publicado el Jueves 21 de mayo de 2015, en el Número 41, Sección III del Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora, establece en su Artículo 2 que: *“El Programa será aplicable en todas las Unidades de Gestión Ambiental en las que se dividió el Estado de Sonora en el proceso de ordenamiento ecológico territorial, mismas que se describen en el propio Programa.”*

De acuerdo con la regionalización establecida por este Programa para el estado de Sonora, de entre el conjunto de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) que integran el Área de Ordenamiento Ecológico (AOE), el Proyecto se encuentra ubicado en la UGA con clave 600-0/02, tal y como se puede apreciar en la Figura 3.1.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE SONORA

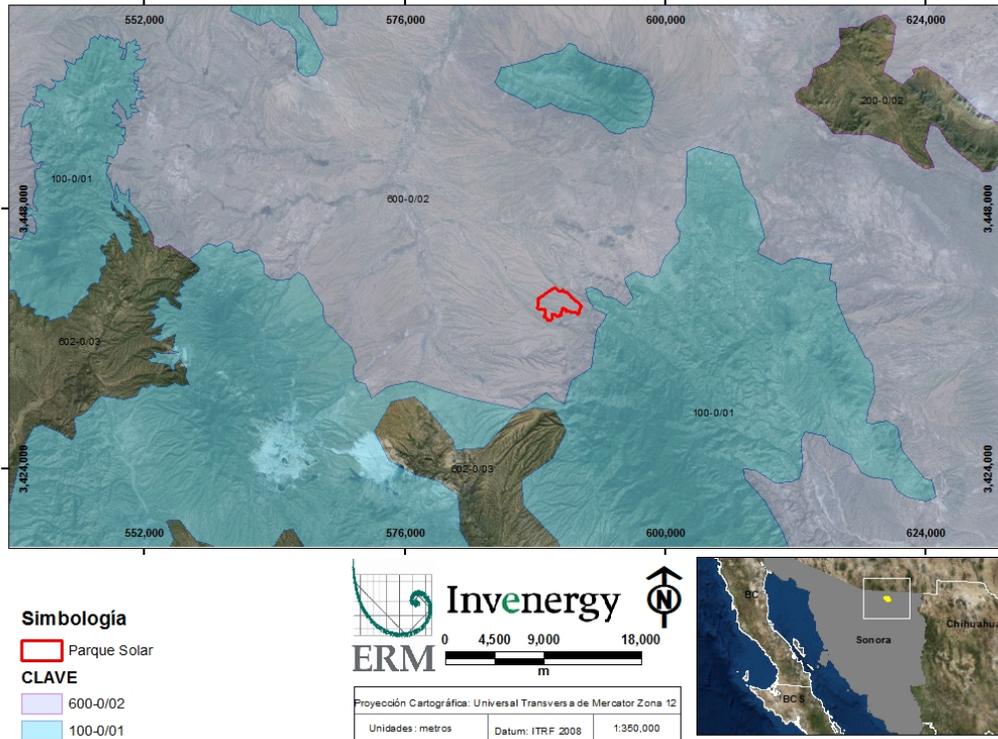


Figura 3.1 UGA 600-0/02, sobre la cual incide el predio del Proyecto. Fuente: Elaboración ERM.

De acuerdo con el propio Programa, la descripción de las características de esta UGA son las siguientes:

UGA 600-0/02 Valle Aluvial Intermontano.- “Un valle es “una depresión inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, generalmente ocupada por un río” (INEGI 2000). Cuando la depresión está conformada por material “fragmentario no consolidado, transportado y depositado por corrientes de agua” y se encuentra entre dos cadenas montañosas se le denomina valle aluvial intermontano. Esta unidad se encuentra representada en la Subprovincia 18 Llanuras y Médanos del Norte de la Provincia IV Sierras y llanuras del Norte, donde se encuentran 630,876 ha. Consiste en terrenos con pendientes suaves, suelos de profundidad variable y asociados a sistemas fluviales, como son los ríos Santa Cruz, San Pedro y Yaqui. El clima es templado.

Desde el punto de vista biológico es la unidad de gestión ambiental donde se encuentran pastizales puros; sin embargo, este ecosistema tiene muy pocas especies en las listas de especies amenazadas. Como resultado, no se tienen propuestas para la protección de especies en esta UGA.

Entre las actividades que se realizan en esta UGA predomina la ganadería extensiva y la minería, metálica y no metálica, así como un poco de agricultura de riego en áreas identificadas como Unidades de Riego Para el Desarrollo Rural

(URDERALES), y aunque existen elementos para la actividad cinegética, esta se ha estado reduciendo en el área.

Las especificaciones técnicas que este Programa señala para la UGA 600-0/02, son las que se indican en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Especificaciones técnicas de la UGA 600-0/02

UGA	Aptitud	Lineamiento Ecológico	Criterios de regulación ecológica	Estrategia ecológica
600-0/02	B2 C2 C5 C6 D1 D4 D6 F2 G1 M T3	Aprovechamiento sustentable de la agricultura en Unidades de Riego Para el Desarrollo (URDERALES); la cacería de especies de desierto; la conservación de ecosistemas dulceacuícolas, desérticos y pastizales; forestal no maderable; la ganadería extensiva; la minería y el turismo de aventura en terrenos de pastizal.	CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19; CRE-20; CRE-24, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31; CRE-06, CRE-25; CRE-17	CX; F1; B1; D2, D4, D6

De acuerdo con este Programa, la UGA 600-0/02 posee aptitudes para desarrollar el siguiente tipo de actividades, la aptitud fue determinada considerando los atributos ambientales existentes en la UGA y su compatibilidad con dichas actividades.

Tabla 3.3 Aptitudes de la UGA 600-0/02

Aptitudes de la UGA 600-0/02	Sector	Sub-sector	Atributo ambiental considerado para definir la compatibilidad	Descripción del atributo ambiental	Fuente consultada para definir el atributo ambiental
B2	Agricultura.	Agricultura con agua dulce en URDERALES.	Disponibilidad de agua dulce Calidad del agua Suelos productivos.	Disponibilidad de infraestructura (pozos y/o canales de riego). Parámetros de calidad del agua (NOM-003) Suelos Feozems, Vertisoles, Fluvisoles y Xerosoles.	Información de la red de calidad del agua (CNA, 1994), y la carta edafológica 1:250,000 de INEGI.
C2	Cinegético.	Aves residentes.	Vegetación deseable.	Toda la vegetación en las Provincias II. Llanuras Sonorenses, IV Llanuras y Sierras del Norte y VII Llanuras costeras del Pacífico.	Cartas uso de suelo y vegetación 1:250,000 de INEGI y mapas elaborados a partir de la carta fisiográfica 1:250,000 de INEGI.
C5	Cinegético.	Mamíferos menores (liebre y jabalí).	Vegetación deseable.	Toda la vegetación en las Provincias II. Llanuras Sonorenses, IV Llanuras y Sierras del Norte y VII Llanuras costeras del Pacífico.	Cartas uso de suelo y vegetación 1:250,000 de INEGI y mapas elaborados con base en la carta fisiográfica 1:250,000 de INEGI modificada por Arias et. Al.
C6	Cinegético.	Venado bura.	Vegetación deseable.	Matorrales: desértico micrófilo, espinoso, crasicaule, sarcocrasicaule, subinorme, cardonal, chollas, mezquital, pastizal cultivado, pastizal inducido, selva baja caducifolia, vegetación de desiertos arenosos.	Cartas uso de suelo y vegetación 1:250,000 de INEGI.
D1	Conservación.	Ecosistemas dulceacuícolas.	Presencia de cuerpos de agua.	Régimen hidrológico. Pozos, manantiales, represas, ríos, aguajes.	Cartas topográficas 1:250,000 de INEGI.
D4	Conservación.	Ecosistemas desérticos.	Fisiografía.	Provincia II y Provincia VII.	Carta fisiográfica 1:250,000 de INEGI modificada por Arias et. al.
D6	Conservación.	Pastizal.	Fisiografía.	Provincia IV, Subprovincia 18 y Provincia II y VII.	Carta fisiográfica 1:250,000 de INEGI modificada por Arias et. al.
F2	Forestal.	No maderable: leña y carbón.	Encino y mezquite.	Se ubicaron áreas con cobertura de encino y mezquite.	Carta de uso de suelo y vegetación de INEGI, escala 1:250,000.

Aptitudes de la UGA 600-0/02	Sector	Sub-sector	Atributo ambiental considerado para definir la compatibilidad	Descripción del atributo ambiental	Fuente consultada para definir el atributo ambiental
F2	Forestal	No maderable: colecta de chiltepín	Especie de interés: chile chiltepín Suelos Pendientes	Se ubicaron áreas con cobertura de selva subtropical espinosa. Los suelos profundos (Feozams, Cambisoles, Planosoles y Vertisoles) están relacionados a las condiciones de sitio. Se considera que las condiciones de sitio son óptimas en sitios con pendientes menores a 20% y de preferencia menores a 4%.	Carta de uso de suelo y vegetación de INEGI escala 1:250,000. Carta edafológica escala: 1:250,000 de INEGI. MDE generado a partir de cartas topográficas 1:250,000 de INEGI.
F2	Forestal	No maderable: extracción de tierra de monte	Cobertura de vegetación con encinos. Suelos. Pendientes.	Se determinó que la extracción de tierra de monte se lleva a cabo principalmente en sitios con bosque de encino templado. Los suelos profundos (Feozams, Cambisoles, Planosoles y Vertisoles) están relacionados a las condiciones de sitio. Se considera que las condiciones de sitio son óptimas en sitios con pendientes menores a 10% y de preferencia menores a 4%.	Carta de uso de suelo y vegetación de INEGI escala 1:250,000 y cartas topográficas escala 1:250,000 de INEGI. Carta edafológica escala 1:250,000 de INEGI. MDE generado a partir de cartas topográficas 1:250,000 de INEGI.
G1	Ganadero	Extensivo	Disponibilidad de agua de lluvia. Vegetación deseable Suelos productivos Pendiente del terreno	Precipitación mayor a 300 mm. Especies palatables (gramíneas): pastizales, selva baja y matorrales semidesérticos. Suelos Feozems, Vertisoles, Fluvisoles y Xerosoles. Pendiente del terreno menor de 16%.	Mapa de isoyetas anuales (mm) del Proyecto CONAGUA, capa de precipitación (CONAGUA 2008). Carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, escala 1:250,000. Carta edafológica. Pendientes, elaborado con base a cartas topográficas escala 1:50,000 INEGI.
M	Minería	Todos	Presencia de elementos susceptibles de minería. Factibilidad de extracción.	Concesiones mineras. Fases de operación o exploración avanzadas.	Dirección General de Minas de la Secretaría de Economía (federal). Dirección General de Minas de la Secretaría de Economía (estatal).

Aptitudes de la UGA 600-0/02	Sector	Sub-sector	Atributo ambiental considerado para definir la compatibilidad	Descripción del atributo ambiental	Fuente consultada para definir el atributo ambiental
T3	Turismo	Turismo alternativo (etnoturismo, cultural y otros)	<p>Manifestaciones culturales étnicas</p> <p>Presencia de barrancas y cañadas</p> <p>Presencia de cuerpos de agua perennes</p> <p>Atractivos naturales</p> <p>Atractivos histórico-culturales</p> <p>Atractivos arqueológicos</p> <p>Atractivos paleontológicos</p>	<p>Mapas de áreas de distribución de etnias de Sonora en la Costa.</p> <p>Sistema de topoformas Cañón típico, Provincia III Sierra Madre Occidental</p> <p>Régimen hidrológico de corrientes superficiales.</p> <p>Presencia de grutas y formaciones rocosas, miradores.</p> <p>Misiones jesuitas y franciscanas (siglos XVII y XVIII), templos (siglo XVII al XX), museos y monumentos.</p> <p>Sitios arqueológicos</p> <p>Sitios paleontológicos</p>	<p>Braniff (1982), Instituto Catastral y Registral del Estado de Sonora, y Registro Agrario Nacional.</p> <p>Carta fisiográfica 1:250,000 de INEGI modificada por Arias et. al.</p> <p>Cartas topográficas 1:250,000 de INEGI</p> <p>Documentos de promoción turística y cartas topográficas escala 1:250,000 de INEGI.</p> <p>Documentos de promoción turística.</p> <p>Documentos de promoción turística.</p> <p>Documentos (Pacheco Rodríguez, et. al. 2010, White et. al. 2010; y White y col. (2010) en Molina y col. (2010).</p>

Analizando las aptitudes definidas por el Programa para la UGA 600-0/02, no se menciona dentro de estas, el desarrollo de infraestructura de generación eléctrica; sin embargo sí se mencionan actividades que, por su naturaleza requieren del insumo de energía eléctrica, tales como: minería, turismo, ganadería o agricultura. A continuación se presentan el análisis de la compatibilidad del Proyecto con los criterios de regulación ecológica definidos para esta UGA.

La generación de electricidad por medio de fuentes renovables es compatible con dichas actividades (turismo y actividad cinegética, por ejemplo) y en particular solar (pues la eólica por ejemplo puede representar un riesgo para aves y quirópteros) o el ruido resultar molesto para la fauna o los turistas.

Tabla 3.4 *Compatibilidad del Proyecto con los criterios de regulación ecológica definidos para la UGA 600-0/02*

Criterios de regulación ecológica (clave)	Criterios de regulación ecológica (descripción)	Vinculación con el Proyecto
CRE-08	Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente	El Proyecto no promueve actividades de remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas. En todo caso, de requerirse el retiro de vegetación que implique la remoción de individuos de especies protegidas, estos serán rescatados y reubicados conforme al programa correspondiente de rescate y reubicación de flora y fauna.
CRE-17	<p>Agrícola y programas de restauración por salinidad. Cumplimiento del Artículo 164 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y fracciones IV, V, VI y VII del Artículo 136 de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Sonora:</p> <p><i>“Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</i></p> <p><i>I.- Corresponde al Estado, a los ayuntamientos y a la sociedad prevenir la contaminación del suelo;</i></p> <p><i>II.- Los residuos deben ser controlados en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</i></p>	<p>Durante el desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto, los residuos sólidos serán manejados conforme a un programa integral de residuos que permita garantizar un manejo adecuado de los mismos y su disposición final en un sitio autorizado.</p> <p>No se prevé que con el desarrollo del Proyecto, se altere el equilibrio de los ecosistemas. Tampoco se favorece la</p>

Criterios de regulación ecológica (clave)	Criterios de regulación ecológica (descripción)	Vinculación con el Proyecto
	<p>III.- El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;</p> <p>IV.- El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;</p> <p>V.- Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación, desertificación o modificación de las características topográficas con efectos ecológicos adversos;</p> <p>VI.- En las zonas de pendientes pronunciadas en las que se presenten fenómenos de erosión o de degradación del suelo, se deben introducir cultivos y tecnologías que permitan revertir el fenómeno;</p> <p>VII.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos deben incluir acciones equivalentes de regeneración;</p> <p>VIII.- 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</p> <p>IX.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos deberán realizarse las acciones para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en las actividades previstas por los programas de ordenamiento territorial y de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulten aplicables."</p>	<p>erosión, degradación, desertificación o modificación de las características topográficas del lugar con efectos ecológicos adversos.</p>
CRE-18	Evitar la expansión de terrenos de agricultura con agua salobre hacia terrenos no salinos.	El Proyecto no promueve ninguna de estas acciones
CRE-19	Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético.	El Proyecto no implica el desarrollo de actividades cinegéticas
CRE-20	Mantener o restaurar la capacidad de carga de los agostaderos	El Proyecto no afecta la capacidad de carga de ningún agostadero
CRE-24	Se prohíben los desmontes generalizados y el aprovechamiento forestal que afecte la integridad y funcionalidad del ecosistema para	El Proyecto no implica ningún aprovechamiento forestal. El desmonte

Criterios de regulación ecológica (clave)	Criterios de regulación ecológica (descripción)	Vinculación con el Proyecto
	evitar/minimizar daños permanentes a los ecosistemas en los que se desarrollen las actividades de manejo forestal maderable.	que resulte necesario para el desarrollo del Proyecto no afecta la funcionalidad del sistema de acuerdo con la evaluación de impactos desarrollada para el Proyecto (ver Capítulo 5).
CRE-28	Se deberán restaurar las áreas degradadas por efectos de las actividades de aprovechamiento forestal. Las especies a utilizarse deben ser nativas con el fin de no generar más presión ni competir con las especies de flora nativas.	El Proyecto no promueve ningún aprovechamiento forestal. En caso de requerirse acciones de reforestación, se utilizarán especies nativas.
CRE-29	Se deberán restaurar y recuperar las áreas de matorral desértico con especies nativas no invasoras de mezquite, a niveles históricos de hace 50 años	Estas acciones son responsabilidad del ente de gobierno correspondiente.
CRE-30	Se deberá promover el uso sustentable del chiltepín con el fin de garantizar la persistencia de sus poblaciones en el largo plazo	Estas acciones son responsabilidad del ente de gobierno correspondiente.
CRE-31	Se deberá promover el uso sustentable de la tierra de monte con el fin de no degradar los ecosistemas de los que se extraen	Estas acciones son responsabilidad del ente de gobierno correspondiente.
CRE-06	Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de ecosistemas por cambios de uso del suelo	Estas acciones son responsabilidad del ente de gobierno correspondiente.
CRE-25	Se elaborarán programas específicos de protección y recuperación de especies prioritarias y poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción	Estas acciones son responsabilidad del ente de gobierno correspondiente. En cuanto al manejo de flora y fauna debido al desarrollo del Proyecto, se contará con el correspondiente programa de rescate y reubicación que garantice el adecuado manejo de los mismos.
CRE-17	Aplicación de Buenas Prácticas de Manejo Agrícola y Programas de restauración por salinidad	Estas acciones son responsabilidad del ente de gobierno correspondiente.

Aunque dentro de las aptitudes definidas por el Programa para la UGA 600-0/02, no se menciona dentro de estas el desarrollo de infraestructura de generación eléctrica, el análisis de la compatibilidad del Proyecto con los criterios de

regulación ecológica definidos para esta UGA, muestra que el Proyecto no contraviene ninguno de ellos.

3.3 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANPs)

En la zona en la cual se inserta el Proyecto, no existen ANPs de nivel federal y/o estatal que pudieran verse afectadas por el desarrollo del mismo (Ver Figura 3.2 y Figura 3.3). El ANP federal más cercana se encuentra a 105 km de distancia al Este del predio del Proyecto, y corresponde a la ANP “Janos”, ubicada en los municipios de Janos, Casas Grandes y Ascensión, en el Estado de Chihuahua. Mientras que el ANP Estatal más cercana se encuentra a 210 km al Sur del predio del Proyecto, y corresponde a la ANP Estatal “Abelardo Rodriguez Luján el Molinito”, con categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, en el municipio de Hermosillo, Sonora. Por su lejanía, no se prevé que el Proyecto ejerza ningún efecto negativo sobre este tipo de áreas.

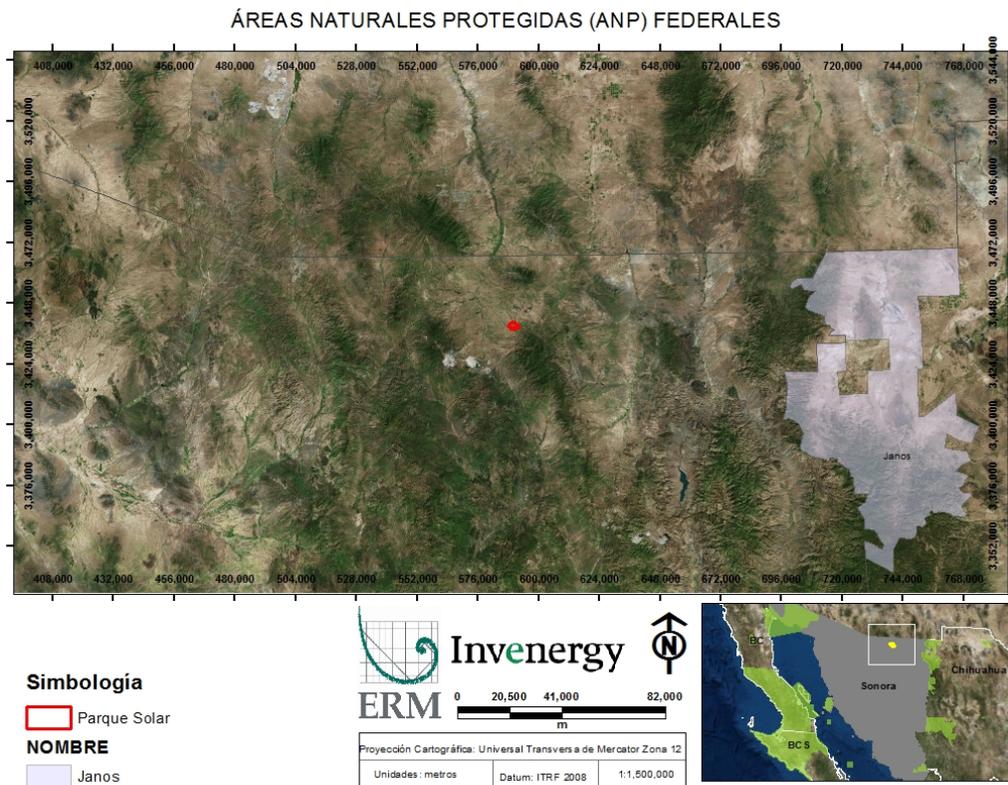


Figura 3.2 ANP federal más cercana al predio del Proyecto.

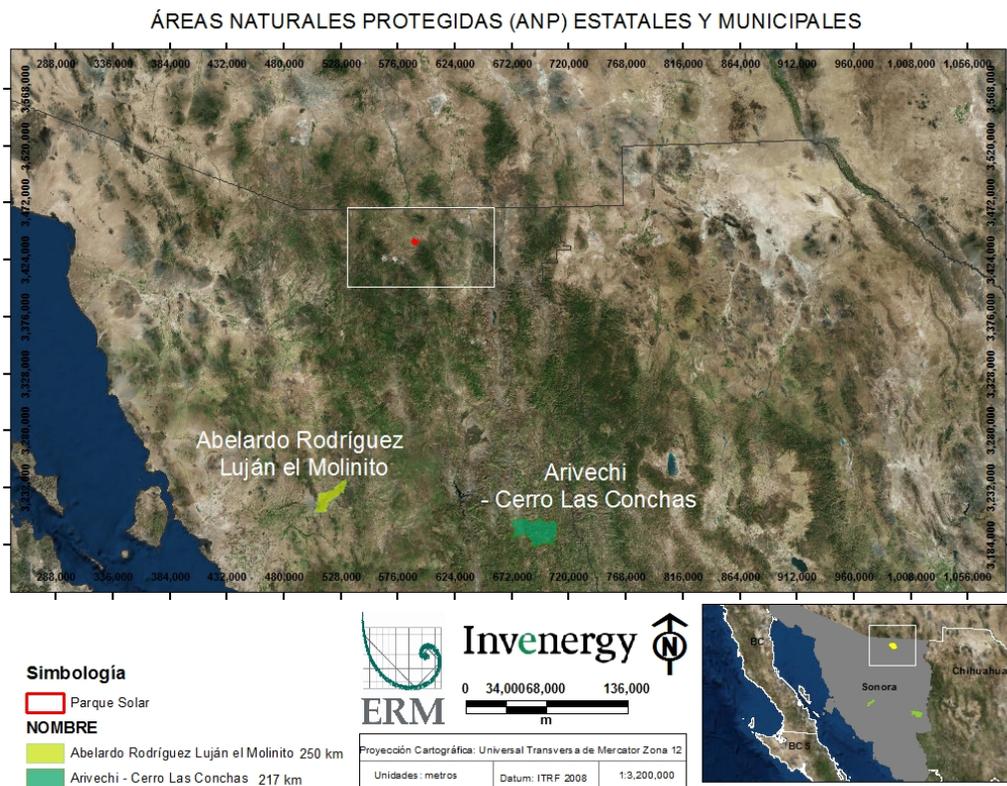


Figura 3.3 ANP Estatales y su relación con el Proyecto

3.4 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTPs)

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

Con relación con este tipo de regionalización biótica, el Proyecto incide sobre dos Regiones Terrestres Prioritarias: la RTP con clave No. 41 Cananea-San Pedro (más del 90% de la superficie del Proyecto se encuentra dentro de esta RTP), y la RTP con clave No. 42 Sierras Los Ajos-Buenos Aires-La Púrica (ver Figura 3.4).

La RTP No. 41 Cananea-San Pedro se definió como prioritaria en función de los pastizales, que presentan una mezcla de elementos tanto de los desiertos chihuahuense y sonoreense como de las zonas montañosas de Arizona y la Sierra Madre Occidental. La diversidad y el endemismo son bajos, pero se encuentran muchas especies sujetas a régimen de protección, tales como *Lampropeltis pyromelana* y *Crotalus willardii*, además de especies clave como el puma y el linco.

En las sierras el Chivato, la Mariquita, el Manzanal y San José se presentan bosque de encino, mientras que en el resto de la RTP, se tiene predominio de pastizal natural. En la sierra La Mariquita se presenta como fenómeno estacional una concentración de catarinas. Al sureste, el límite de la región corresponde al de la RTP Sierra Los Ajos, Buenos Aires y La Púrica.

Con respecto a la RTP No. 42 Sierras Los Ajos-Buenos Aires-La Púrica, la importancia para su consideración como región prioritaria se deriva de que las sierras de los Ajos y Buenos Aires protegen las cuencas de los ríos Sonora, Santa Rosa (afluente del Moctezuma) y Bavispe, además de su diversidad de ecosistemas (básicamente bosque de encino, además de bosques de pino en las partes más altas) y la presencia de oso, puma, lince y águila real como especies clave.

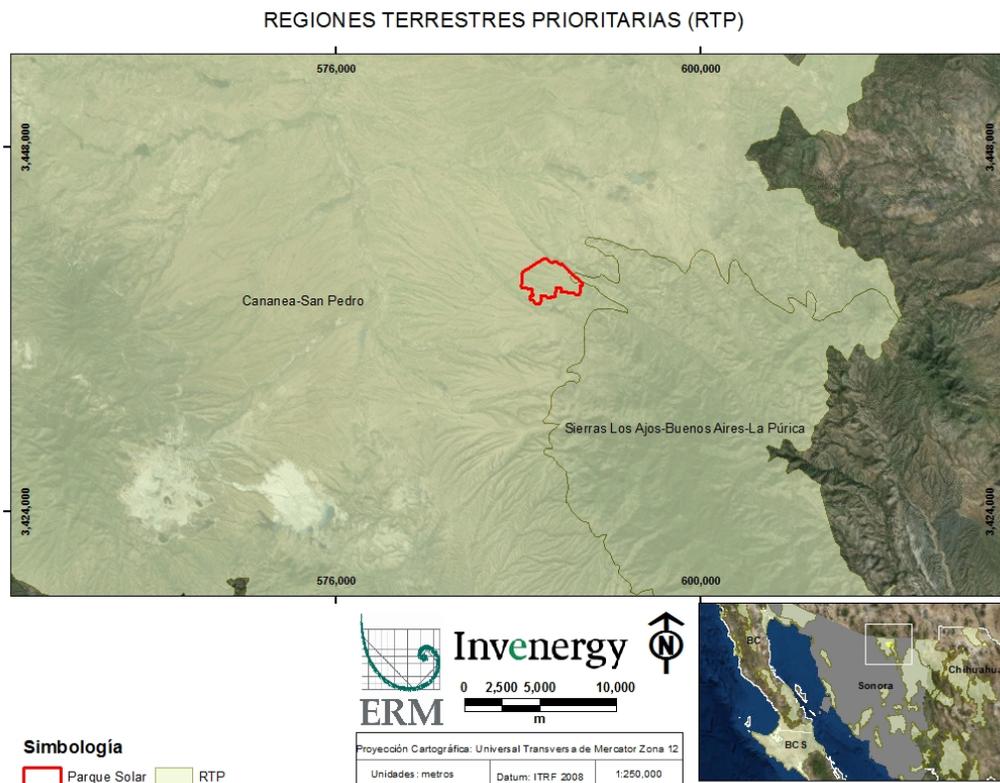


Figura 3.4 RTPs y su relación con el Proyecto. Fuente: CONABIO, elaboración propia ERM.

3.5 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHPS)

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene identificadas 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza.

La superficie completa del Proyecto incide sobre la RHP "Sub-cuenca de los ríos San Pedro y Santa Cruz". La Figura 3.5 muestra la relación entre el predio del Proyecto y esta RHP.

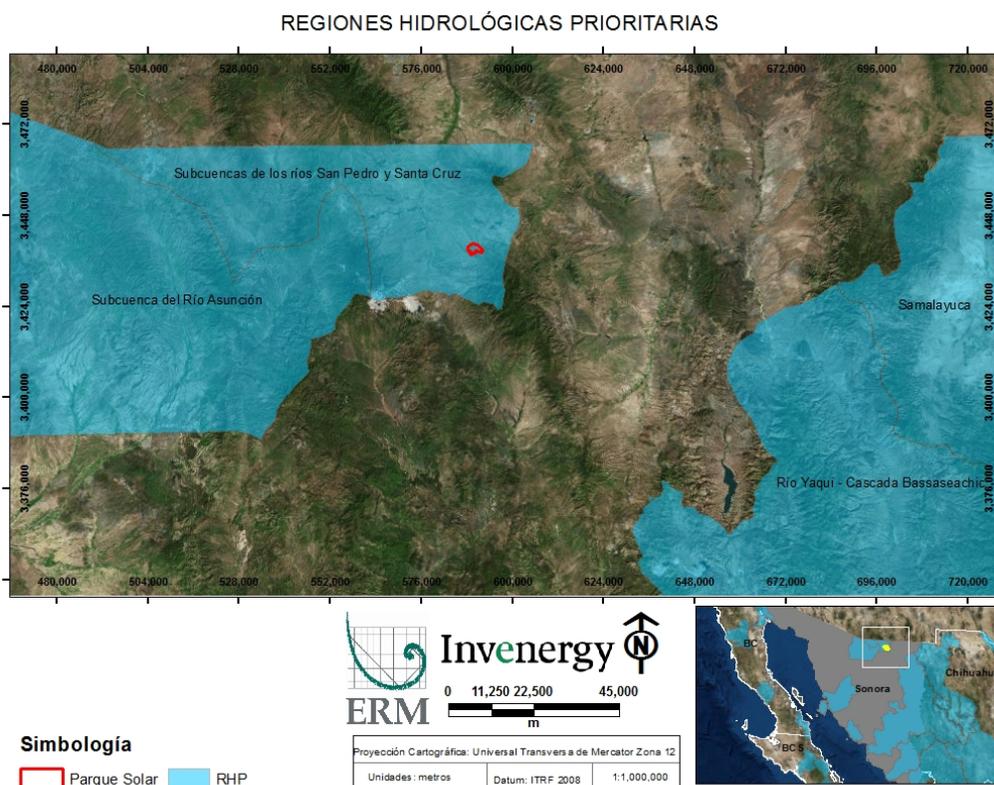


Figura 3.5 RHP más cercana al predio del Proyecto. Fuente: elaboración propia ERM.

3.6 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con 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.

Las AICAS son una herramienta para la toma de decisiones que ayuda a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación.

El Proyecto incide sobre el AICA denominada Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental. Se trata de un conjunto de sierras de diferente tamaño que necesitan estar conectadas creando un corredor importante y un puente entre las zonas consideradas AICAS del sur de las sierras y con las islas del norte en las Chiricahuas, Arizona (Sky Islands). Este complejo de islas son peldaños entre sierras de mayor longitud que permiten que haya un flujo continuo. Es a través

de las islas del norte que algunas especies como *Pachyrhamphus aglaiae* y *Euptilotis neoxenus*, entre otras, llegan hasta las pequeñas sierritas en Arizona. El Proyecto no implica el desarrollo de actividades que comprometan la funcionalidad biológica de esta AICA.

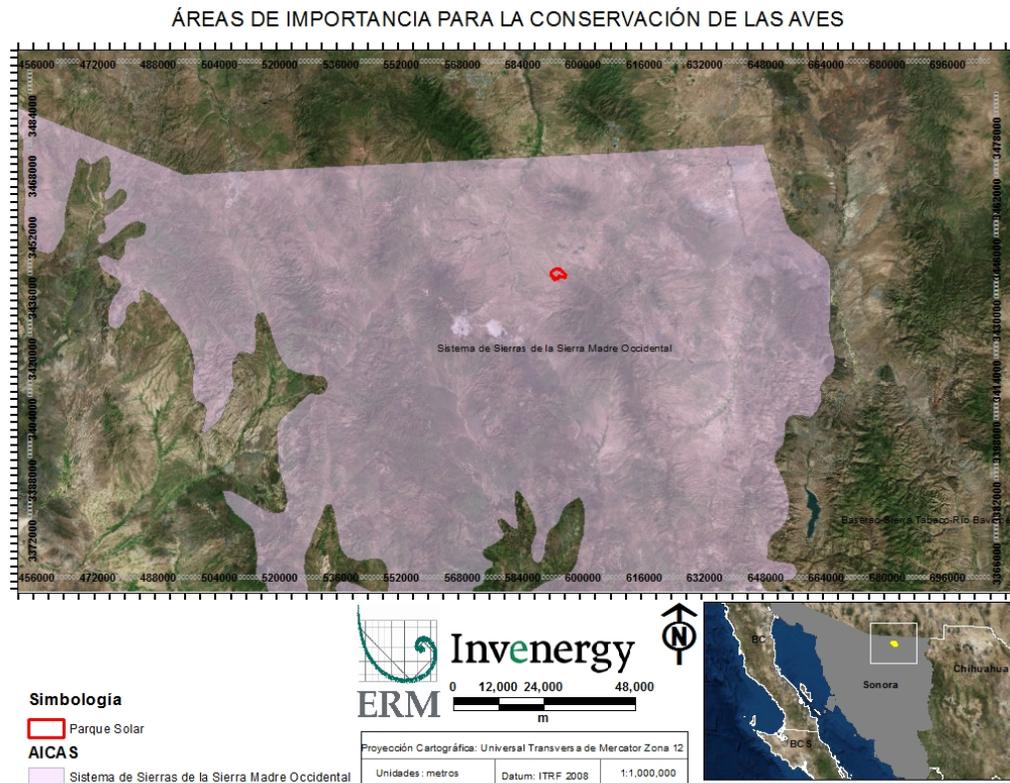


Figura 3.6 *AICA Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental y su relación con el Proyecto. Fuente: CONABIO. Elaboración propia ERM.*

3.7 SITIOS RAMSAR

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

En México, la Convención Ramsar fue aprobada por la cámara de Senadores del Congreso de la Unión el 20 de diciembre de 1984 y fue publicada en el Diario Oficial de la Federación los días 24 de enero y 18 de julio del año 1985. El Artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos indica que: “...todos los tratados que estén de acuerdo con la misma [Constitución], celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del

Senado, serán la ley suprema de toda la Unión”. Por lo anterior, la Convención Ramsar debe considerarse como una ley suprema y su cumplimiento es responsabilidad de todos los mexicanos de acuerdo a las atribuciones de cada uno.

De acuerdo al Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la función de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en el marco de la Convención Ramsar, es coordinarse con las unidades administrativas competentes de dicha secretaría y otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para que cada institución, en función de sus atribuciones, impulse el cumplimiento de los acuerdos y compromisos adoptados en éste tratado internacional.

En México hay 142 Humedales de Importancia Internacional, ocupando el segundo lugar a nivel mundial (<http://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/sitios-ramsar>).

Con relación a este tipo de unidades geográficas, el Proyecto se localiza dentro del sitio Ramsar denominado “Ecosistema Sierra de Ajos - Bavispe Zona de Influencia Cuenca Río San Pedro”. Ver Figura 3.7.

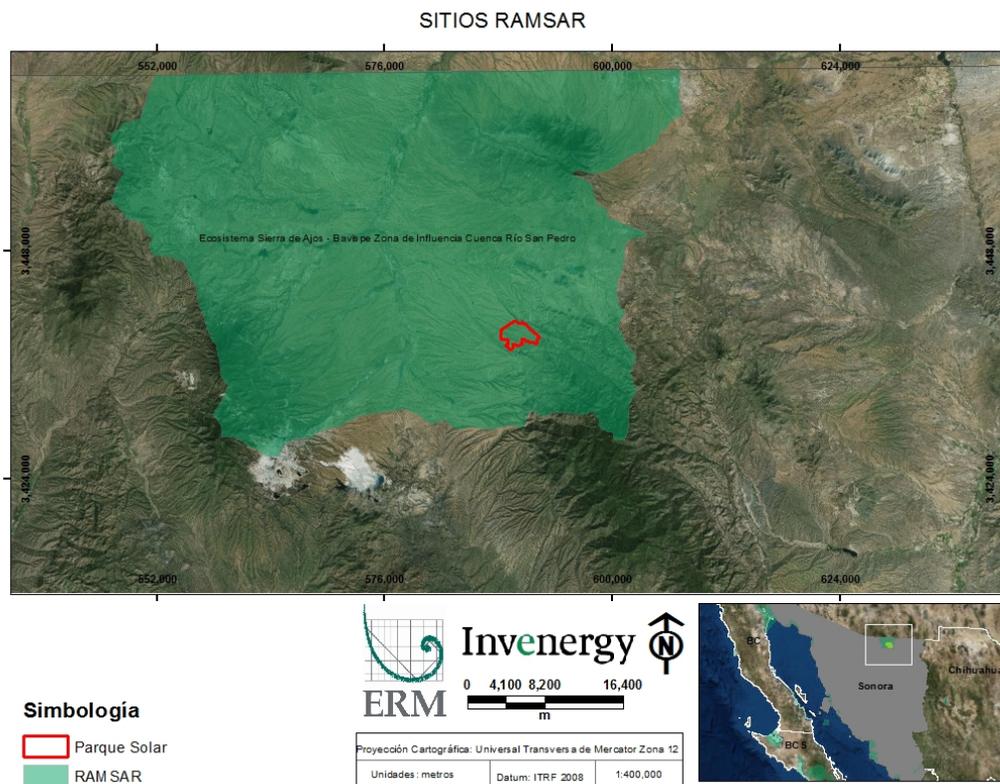


Figura 3.7 Ramsar “Ecosistema Sierra de Ajos-Bavispe Zona de Influencia Cuenca Río San Pedro y su relación con el Proyecto

El humedal conocido como “Ecosistema Ajos-Bavispe, zona de influencia Cuenca Río San Pedro” se ubica en la porción Noroeste de México, dentro del Estado de Sonora, y comprende los Municipios de Santa Cruz (1,786 habitantes), Cananea (32,157 habitantes) y Naco (6,010 habitantes) (INEGI, 2005). El río San Pedro y el conjunto de las nueve ciénagas se originan a la altura de la ciudad de Cananea, Sonora, haciendo su recorrido hacia el norte para cruzar la frontera internacional cercana a la localidad Los Corrales en el municipio de Naco, y llegar como tributario al río Gila en Arizona. La longitud total del río es de 155 km, de los cuales 65.5 km (42%) quedan comprendidos dentro del territorio mexicano, representando el 15 % del total de la cuenca (1,800 km²).

Este sitio Ramsar comprende una serie de humedales continentales, conformada por arroyos permanentes y estacionales, ciénagas de pastizales, y manantiales de agua dulce. El “Ecosistema Ajos-Bavispe, zona de influencia Cuenca Río San Pedro” se puede dividir en : Áreas Riparias o Ribereñas (Río San Pedro y sus afluentes principales) y las Ciénagas o Pantanos de praderas inundadas.

Las Áreas Riparias o Ribereñas (Río San Pedro y sus afluentes principales): Son áreas de corrientes y flujos perennes e intermitentes. El Río San Pedro, uno de los dos únicos ríos que corren de México hacia los Estados Unidos, que corre por alrededor de 60 km lineales desde la cabecera de la cuenca hasta la línea divisoria o fronteriza de México y los Estados Unidos de Norteamérica. Desde ahí corre hacia el Norte por más de 200 km hasta unirse al Río Gila en el Estado de Arizona. La cabecera de esta cuenca o corredor biológico está conformada por las sierras La Mariquita, La Elenita, la porción Norte de Sierra Los Ajos (perteneciente al Área Natural Protegida Ajos-Bavispe) y la Sierra San José. Su función principal como corredor biológico es proveer refugio, comida y descanso para aves acuáticas y canoras neotropicales, que dependen de esto humedales. Es también corredor biológico y hogar de mamíferos en peligro de extinción y amenazados, tales como el Jaguar (no ha habido registros recientemente, pero se considera hábitat potencial como corredor), el Oso Gris, el Erizo. Asimismo sostiene especies que dependen altamente de los arroyos y reservorios del sitio, como por ejemplo el castor, anfibios como la Salamandra Tigre y la Rana Chiricahuensis. También aloja en sus humedales peces nativos, tales como el Pupo del Desierto.

Ciénagas (o Pantanos de Pastizales o Praderas Inundadas): Son humedales caracterizados principalmente por vegetación de pastizal. Durante los dos últimos siglos estos humedales han venido disminuyendo, en número, tamaño y condición natural, en el Suroeste de los Estados Unidos y Noroeste de México. Las pocas ciénagas localizadas dentro de la Cuenca del Río San Pedro se encuentran a elevaciones entre los 1000 y los 2000 msnm., y son humedales continentales con suelos permanentemente saturados, altamente orgánicos y reductores. Por lo regular están asociados a ojos de agua perennes y escorrentías o drenajes de cabeceras. Estos humedales de pastizal semidesértico son áreas muy

localizadas y obedecen a aspectos geo-hidrológicos, de relieve, tipos de suelo, altitud, drenajes subterráneos y superficiales, factores climáticos y factores bióticos, como la presencia de vegetación, macro y micro fauna característica.

El sitio es de suma importancia para especies de aves neotropicales migratorias. Se estima que alrededor de 174 especies de aves migratorias neotropicales utilizan el río San Pedro (Skagen, et al., 2005). Por estos humedales circulan cada año alrededor de 1 millón de individuos de aves, ya que durante el invierno sustentan especies de aves obligadas al humedal así como facultativas, tales como patos, gansos y vadeadoras; entre otros: la Garza Morena (*Ardea herodias*), Cerceta Ala Verde (*Anas crecca*), el Pato Friso (*Anas strepera*), Pato Chalcuan (*Anas americana*). Este sitio, sobre todo en su porción ribereña, es crucial para las poblaciones de las aves reproductoras el Cuclillo Pico Amarillo (*Coccyzus americanus occidentalis*) y el Mosquero de los Sauces (*Empidonax traillii*).

Estos humedales son de gran importancia por contener una gran proporción de especies adaptadas a condiciones ambientales adversas. Estos humedales sustentan comunidades de plantas como los pastizales húmedos y los bosques de galería, ubicados en una región semidesértica. Los pastizales contienen especies de las familias Juncáceas y Cyperaceas, así como el Zacatón Alcalino (*Sporobolus airoides*), y son el hábitat de anfibios e invertebrados. Por otra parte, los bosques de galería son hábitat de numerosas especies y promueven la diversidad. No obstante que a nivel superficie o área los bosque de galería/los pastizales húmedos ocupan solamente el 1% de la superficie total de la región, albergan y sostienen en un momento dado alrededor del 60 o 70% de la biodiversidad. El sitio también alberga especies endémicas, tales como el Pupo del Desierto (*Agosia chrysogaster*) y la Carpita de Gila (*Gila intermedia*).

Tabla 3.5 *Resumen de los principales atributos físicos del “Ecosistema Sierra de Ajos - Bavispe Zona de Influencia Cuenca Río San Pedro”*

Resumen de principales atributos físicos del sitio Ramsar	
Atributo	Descripción
Altitudes	1000 y 2000 msnm (metros sobre el nivel del mar)
Posición del Drenaje	Arroyo arriba y drenajes de orden bajo o menor
Fisiografía de la Cuenca	Valles relativamente someros y delimitados o bordeados por cordilleras de tipo “valles y montañas”
Clasificación del Flujo	Lótico
Características de las descargas	Baja probabilidad de flujos a avenidas de arrastre
Control Estructural del Canal	Relativamente estrecho por las cordilleras limítrofes
Posición en el Canal	En las orillas, originando de un canal angosto o cubriendo un canal
Efimerilidad del Agua Superficial	Principalmente perenne a estacionalmente

Resumen de principales atributos físicos del sitio Ramsar	
	efímero
Característica de las laderas o tierras colindantes o adjuntas	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo extensivo de suelo • Mesetas y planicies de pastizal semidesértico y/o bosque madrense • Poca exposición de la roca madre
Factores edáficos	<ul style="list-style-type: none"> • Suelo permanentemente saturado • Suelos permanentemente anóxicos-reductores • Suelos con alto contenido orgánico • Generalmente tasas bajas de percolación

3.7.1 *Uso actual del suelo en el Ecosistema Sierra de Ajos - Bavispe Zona de Influencia Cuenca Río San Pedro*

3.7.1.1 *Dentro del sitio Ramsar*

La principal actividad que se lleva a cabo dentro de este sitio Ramsar es la ganadería extensiva. Asimismo destaca la utilización de postería y leña a partir de las especies arbóreas que componen los bosques de galería. La población humana y el uso directo de la tierra del sitio propuesto, es baja, ya que principalmente las ciénagas, están bajo el usufructo de la propiedad, el 70% de las ciénagas están bajo propiedad privada, en estos casos son rancherías, con solamente 2 a 3 personas viviendo en forma permanente en ellas.

3.7.1.2 *En la zona circundante /cuenca*

Se estima que aproximadamente el 60% del área de la cuenca presenta uso pecuario y cuenta con alto potencial para la ganadería, pues sobre este porcentaje de superficie se despliegan los pastizales. Mientras que alrededor del 2% del área es ocupada por zonas agrícolas y asentamientos humanos, el resto del porcentaje se distribuye en zonas serranas y áreas silvestres en las que se podrían estar realizando extracciones de productos maderables y no maderables como la palmilla.

3.7.2 *Factores adversos que afectan las características ecológicas del Ecosistema Sierra de Ajos - Bavispe Zona de Influencia Cuenca Río San Pedro*

Los factores de impacto que afectan al sitio Ramsar se pueden considerar como directos e indirectos. Los factores directos principales, que históricamente y actualmente están afectando, deteriorando y modificando a el sitio, son la malas prácticas ganaderas y pecuarias, la sobre explotación de los mantos acuíferos y la consecuente disminución del manto freático, y la contaminación, principalmente por el área urbana de Cananea y los centros de población ejidales.

Las malas prácticas ganaderas modifican la estructura (horizontal y vertical) y la composición de las especies nativas, principalmente de la vegetación en las áreas ribereñas y en las ciénagas. Actualmente solamente ciertas secciones poco afectadas del Río San Pedro cumplen con la estratificación y composición natural de un área ribereña y un bosque de galería.

En el caso de las ciénagas, los efectos son más tangibles sobre las especies de pastos húmedos, la calidad y cantidad del agua, y sobre la geomorfología de las ciénagas. Esto último es muy importante ya que las ciénagas son muy sensibles a los efectos de la erosión, llegando al grado de la total desecación y desaparición de las mismas.

Con relación a la sobreexplotación del agua y disminución de los mantos en el sitio y en suma para toda la región, existen un total de alrededor de 200 pozos. De estos, el 34% es de uso ganadero, 27% de uso agrícola y el 24% de uso industrial. Estos usos del agua son los que principalmente afectan a la cuenca, ya que en suma con el resto de los pozos de diferente uso, extraen alrededor de 34,000,000 m³/año. Esto es importante si consideramos que según De Aguinaga (2002), las entradas de agua para un periodo de 10 años (1991-200) se registraron en 20,000,000 m³/año, manejando un déficit de alrededor de 14,000,000 m³/año. Por lo tanto se considera a que la cuenca está sobreexplotada.

El otro factor adverso, relacionado con el uso industrial y urbano, es la contaminación de las aguas superficiales, del manto acuífero del sitio y de la cuenca en general en la porción Suroeste del sitio y de la cuenca. En esta región es donde estos efectos son más palpables y medibles, ya que es en esta zona se ubica la ciudad de Cananea y se desarrolla la explotación minera, escurriendo hacia el Noreste hasta los tributarios del Río San Pedro (Arroyo el Barrilito principalmente).

Por otra parte se dan otros procesos adversos secundarios o que son producto de los efectos primarios mencionados anteriormente, tales como el establecimiento y proliferación de especies invasoras y la modificación de regímenes ecológicos claves, como el régimen normal del fuego. En este sitio Ramsar el régimen del fuego es más importante en las ciénagas, ya que el fuego es un controlador de la condición estructural y de la composición de la diversidad biológica de éstas.

3.7.3 *Relación del Ecosistema Sierra de Ajos - Bavispe Zona de Influencia Cuenca Río San Pedro con el Proyecto*

Al tratarse de un parque fotovoltaico, el Proyecto estará destinando superficie que normalmente se emplea en actividades de ganadería y pastoreo, a un fin alternativo, que no implica la explotación de la tierra ni la explotación de los mantos acuíferos y la consecuente disminución del manto freático, y la contaminación del mismo. Con la instalación y la operación del Proyecto, se

elimina la posibilidad de que en un futuro, el predio sea utilizado para algún otro fin que implique una mayor afectación al ambiente (como un desarrollo minero por ejemplo). Con el Proyecto se promueve un uso sustentable del suelo, por medio de la instalación de una actividad que permita garantizar la permanencia de las características de este sitio Ramsar.

3.8 VINCULACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DE DESARROLLO ECONÓMICO

3.8.1 *Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018*

El Plan Nacional de Desarrollo es un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los programas sectoriales, especiales, Institucionales y regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan.

El Plan Nacional de Desarrollo también es un ejercicio de reflexión que invita a la ciudadanía a pensar sobre los retos y oportunidades que el país enfrenta, y sobre el trabajo compartido que debemos hacer como sociedad para alcanzar un mayor desarrollo nacional.

Este Plan menciona que *“Respecto a la cobertura de electricidad, el servicio se ha expandido y actualmente cubre alrededor de 98% de la población. Si bien hoy en día existe capacidad suficiente respecto al consumo nacional de electricidad, hacia el futuro la mayor incorporación de usuarios y un mejor acceso al suministro de energía significarán un reto para satisfacer las necesidades de energía eléctrica de la población y la planta productiva del país.”* De manera que la construcción y la operación del Proyecto constituye un aporte a la solución de dicho reto.

El Plan también menciona lo siguiente: *“De manera adicional, en 2011 la mitad de la electricidad fue generada a partir de gas natural, debido a que este combustible tiene el menor precio por unidad energética. En este contexto, tecnologías de generación que utilicen fuentes renovables de energía deberán contribuir para enfrentar los retos en materia de diversificación y seguridad energética. A pesar del potencial y rápido crecimiento en el uso de este tipo de energías, en el presente, su aportación al suministro energético nacional es apenas el 2% del total.”* Por lo cual el desarrollo del Proyecto resulta de especial importancia en el crecimiento del uso de energías renovables que generen energía eléctrica para satisfacer la demanda nacional.

Este Plan, en su estrategia 4.6.2 titulada *“Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país”*, establece entre sus líneas de acción, la siguiente: *“Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.”* Por lo tanto, el Proyecto resulta totalmente congruente con el Plan Nacional de Desarrollo en la consecución de sus metas.

A continuación se presentan las Normas Oficiales Mexicanas que guardan relación con el Proyecto.

Tabla 3.6 *NOMs que se vinculan con el Proyecto*

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	<p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las emisiones a la atmósfera provendrán de los vehículos y de la maquinaria pesada utilizados para el transporte e instalación de los módulos fotovoltaicos e instalaciones asociadas.</p> <p>El Promovente garantizará el cumplimiento de esta norma requiriendo al subcontratista que los vehículos mantengan en un programa de mantenimiento preventivo sus equipos, de tal forma que demuestren que no rebasan los límites máximos establecidos y en caso contrario, se realice el mantenimiento conveniente para corregir esta situación.</p>
NOM-045-SEMARNAT-2006, Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición	<p>Del mismo modo, durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto habrá levantamiento de partículas sólidas (polvos) por el movimiento de los vehículos. Para disminuir ese efecto se regarán los caminos.</p> <p>Por lo anteriormente expuesto el Proyecto es congruente con lo establecido en estas normas.</p>
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	<p>El Promovente mantendrá o exigirá al contratista que toda la maquinaria y equipo esté sujeto a un programa de mantenimiento a fin de averiguar el cumplimiento de los límites de emisión de ruido por parte de los vehículos, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, ya que durante la operación únicamente se tendrán unidades de transporte para el abasto de algunos insumos, así como del personal.</p> <p>Por lo anteriormente expuesto el Proyecto es congruente con lo establecido en esta norma.</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p> <p>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</p>	<p>Los pocos residuos peligrosos que se lleguen a generar en el Proyecto durante la etapa de preparación del sitio y construcción a cargo del Promovente, serán clasificados de conformidad con esta NOM, para determinar la forma de manejo que debe darse a cada uno de ellos. La clasificación y manejo de los residuos peligrosos se hará de acuerdo con sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad al ambiente, inflamabilidad y actividad biológica y de acuerdo con lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y en la LGPGIR y su reglamento.</p> <p>Todos residuos peligrosos generados durante la preparación del sitio y construcción, se almacenarán en contenedores adecuados a sus características de peligrosidad. La disposición final se realizará a través de empresas autorizadas para el manejo, transporte y disposición final. Dado el proceso constructivo de este tipo de Proyectos, la generación de residuos peligrosos se espera que sea mínima durante este periodo.</p> <p>Durante la operación se espera una generación menor de residuos peligrosos, mismos que serán manejados de la misma manera.</p>
<p>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.</p>	<p>Esta NOM ha sido considerada en la identificación de las especies de flora y fauna bajo alguna categoría de riesgo, cuyo listado se muestra en el Capítulo 4. La identificación realizada, servirá para garantizar que durante las diferentes actividades del Proyecto se procure el cuidado de los organismos considerado en la NOM, así también el listado de los mismos y la forma de manejo que en especial deba darse a cada especie estarán incluidos en el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna y en el Programa de Reubicación y Trasplante de Vegetación, que el Promovente adoptará para el Proyecto (ver Capítulo 6).</p>
<p>NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>	<p>El Proyecto, por sus características intrínsecas, no emitirá ruido durante su operación, por lo cual cumplirá con los límites establecidos en esta NOM.</p>
<p>NOM-006-CNA-1997 Fosas sépticas prefabricadas-Especificaciones y métodos de prueba.</p>	<p>Durante la operación del Proyecto, las descargas de aguas sanitarias provenientes de los servicios, serán descargadas a una fosa séptica acondicionada especialmente, que cumpla con las características especificadas en esta norma y que impida la contaminación del suelo y el agua.</p>

3.10

CONCLUSIONES

Con base en el análisis de la información presentada en las secciones anteriores de este capítulo, se concluye que:

- El Proyecto resulta compatible con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora.
- No existe alguna disposición jurídica que contravenga el desarrollo del Proyecto.
- El Proyecto pretende cumplir en todo momento con la normatividad oficial aplicable en materia ambiental.
- El Proyecto resulta compatible con las líneas de acción del Plan Nacional de Desarrollo, en materia de abastecimiento de energía eléctrica.

3.11

BIBLIOGRAFÍA

- http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_240117.pdf
- http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- <http://www.boletinoficial.sonora.gob.mx/boletin/images/boletinesPdf/2015/mayo/2015CXCV41III.pdf>
- http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_041.pdf
- http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_042.pdf
- <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/NO-38.html>
- http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Sonora/Sierra%20de%20Ajos%20Bavispe/ECOSISTEMA_AJOS_BAVISPE.pdf

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

4.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL PARTICULAR (SAP) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

Al igual que otros sistemas, un sistema ambiental puede ser definido como un conjunto de elementos que interactúan y son interdependientes, de forma tal que las interrelaciones pueden modificar a uno o a todos los demás componentes del sistema. Todas las partes de un sistema mantienen una interacción recíproca y cada parte, por pequeña que sea, puede influir en el comportamiento del conjunto. Esto implica que la forma de actuar de un sistema no es predecible mediante el análisis de sus partes por separado, sino que la estructura del sistema es lo que determina los resultados (Rittler *et al.*, 2007).

Para la delimitación del Sistema Ambiental Particular (SAP) del Proyecto, es importante considerar que las actividades humanas se desarrollan en ecosistemas, que pueden definirse como sistemas funcionales estructurados jerárquicamente, formados por almacenes y flujos de materia y energía manifestándose en distintas escalas temporales y espaciales (García Oliva, 2005; Maass y Martínez-Yrizar, 1990). En este sentido, el concepto de ecosistema no establece límites espaciales o temporales. No obstante, aun cuando los sistemas pueden ser abiertos, este conjunto coherente de elementos en interacción puede ser aislado del resto del entorno a través de criterios apropiados.

Con base en lo anterior y en la descripción empleada en la Guía para la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2002), donde se define al sistema como “espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer el Proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento”, se realizó la delimitación del SAP del Proyecto; el cual se describe a continuación.

De acuerdo con las características del Proyecto descritas en el Capítulo 2, para la definición del SAP del Proyecto, se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

- Ecosistemas homogéneos
- Zonificación empleando instrumentos de política ambiental (estatales o regionales) u ordenamientos ecológicos
- Barreras físicas

- Perturbación antropogénica
- Hidrología superficial

Para el caso particular del Proyecto Fotovoltaico Sonora la delimitación del SAP se realizó considerando los siguientes aspectos:

- Flujos superficiales/cauces
- Ecosistema homogéneo
- Relieve

Límite Noreste: El área donde se encuentra el proyecto está rodeada de escurrimientos de agua, los cuales se consideraron como barreras físicas para delimitar el SAP. Al Noroeste el límite es el río "El Riito (Figura 4.1), en él se encuentra vegetación riparia, la cual se da principalmente por las condiciones de humedad y tipo de suelo arenoso.

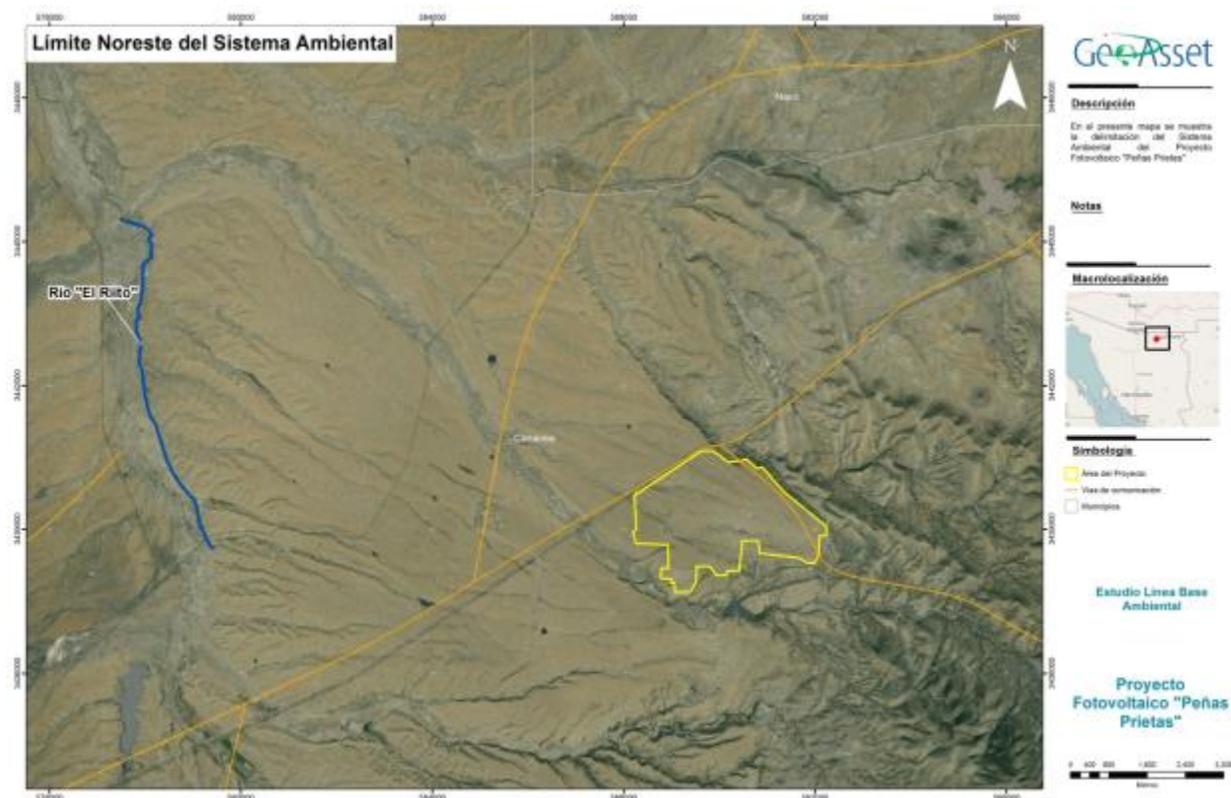


Figura 4.1 Límite Noreste del SAP, río "El Riito"

Límite Norte: Para limitar el SAP al Norte se consideraron dos factores, el primero corresponde a la barrera física Arroyo “Claro” (Figura 4.2), el cual desemboca en el río “Riito”. Asimismo, se consideró al río “Sauz” el cual es una barrera física, este río se extiende desde el Noreste y desemboca en la presa situada al Noroeste.

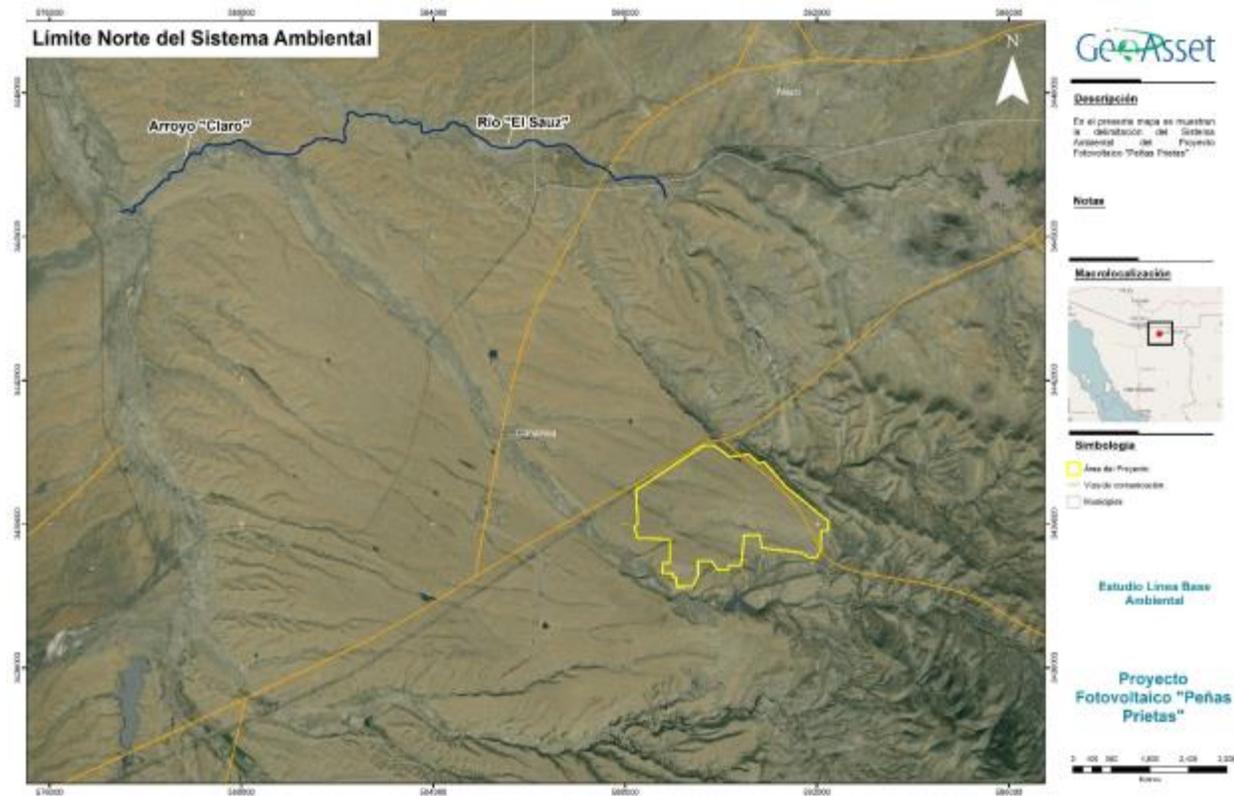


Figura 4.2 Límite Norte del SAP delimitado por el río Sauz y arroyo Claro

Límites Este y Sur: Al Sur se consideró como barrera física el relieve, siendo el límite las elevaciones más altas, las cuales se extienden gradualmente hacia el Noreste y Suroeste (Figura 4.3). Además para delimitar el lado sureste se consideró la corriente de agua denominada La Chinampita, mientras que la corriente La Cieneguita se utilizó como barrera física para delimitar el lado suroeste del Sistema Ambiental.

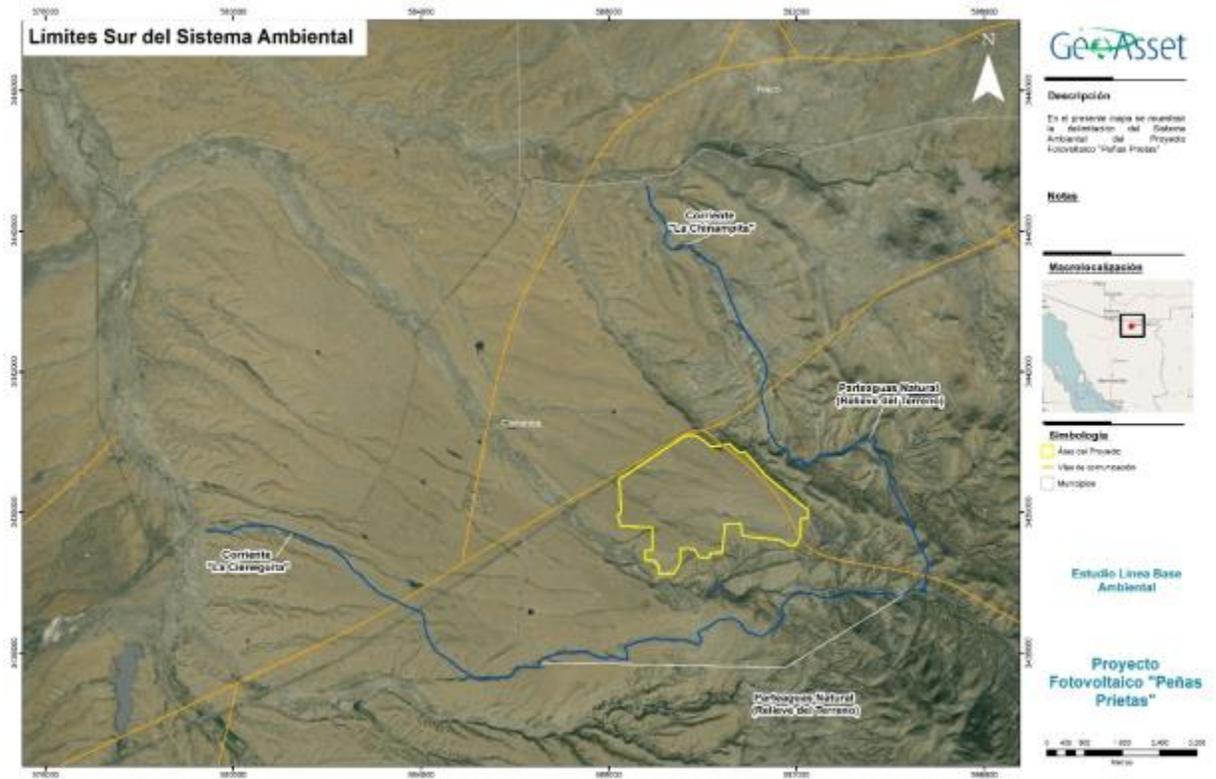


Figura 4.3 Límite Sur, Sureste y Suroeste del SAP delimitado por el relieve

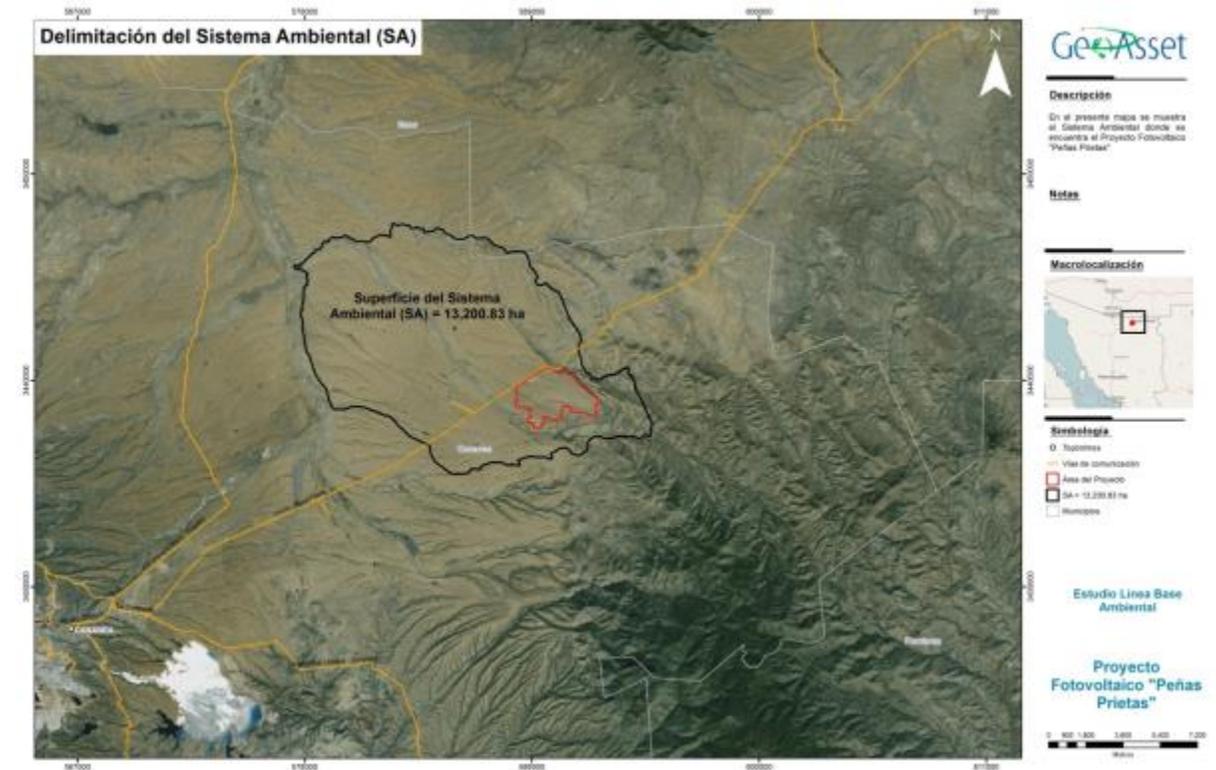


Figura 4.4 Presentación del Sistema Ambiental

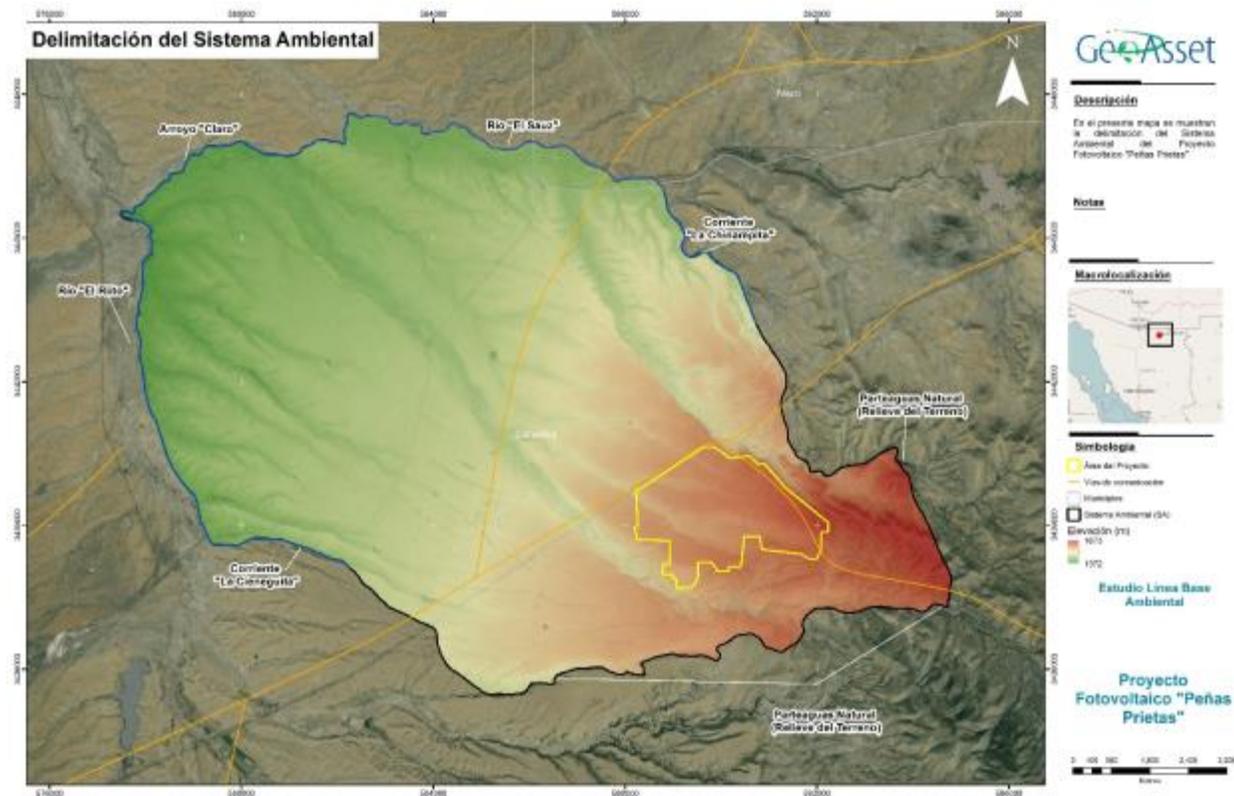


Figura 4.5 *Sobreposición del Sistema Ambiental en el Continuo de Elevaciones Mexicano y límites del SAP*

El SAP posee límites constituidos por ríos, los cuales actúan como barrera física, al centro del mismo existe un ecosistema homogéneo definido por el pastizal natural, este se extiende prácticamente en todo el SAP hasta la parte alta (Sur) donde comienza el bosque de encino el cual se da por la pendiente y condiciones de humedad.

También cuenta con áreas con pastizal inducido donde se realizan actividades de sobrepastoreo, están se localizan al centro (a lado del ejido Zaragoza) y al Noreste. Estas actividades contribuyen a la degradación del pastizal. La vegetación riparia se extiende desde el Noroeste hasta el Sureste, hasta llegar al bosque.

4.2.1.1 *Clima*

El clima es el resultado de la interacción de diferentes factores atmosféricos, biofísicos y geográficos. Los factores atmosféricos pueden ser la temperatura, presión atmosférica, viento, humedad y lluvia. Mientras que los factores biofísicos y geográficos son: la latitud, altitud, las masas de agua, la distancia al mar, las corrientes oceánicas, los ríos y la vegetación.

Por medio del sistema de clasificación de Köppen, es posible estudiar la distribución de los climas del mundo. Este sistema fue modificado por Enriqueta García, en el año de 1981, con la finalidad de representar con detalle, la riqueza climática en el territorio Mexicano. Según el sistema modificado, en el Sistema Ambiental delimitado se presentan tres diferentes subtipos de climas: Semiseco templado y Seco templado (Figura 4.6)

El clima predominante en el sistema ambiental es de tipo semiseco templado, el cual se caracteriza por temperaturas promedio de 12 y 18°C y un régimen de lluvias en verano.

El clima seco templado se caracteriza por presentar temperaturas que varían entre 12 y 18° C. La temperatura del mes más frío se encuentra entre los -3 y 18.0°C. En promedio, se presentan precipitaciones anuales de 300 a 500 mm.

En la Tabla 4.1 se describen las características de los tipos de climas que están presentes en el SAP.

Tabla 4.1 *Tipos de climas encontrados en el SAP*

Clave	Características
BS1kw(x')	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
BS0kw(x')	Seco templado, con lluvias en verano y escasas a lo largo del año y porcentaje de precipitación invernal mayor de 10.2, con un verano cálido

Fuente: CONABIO, 1998

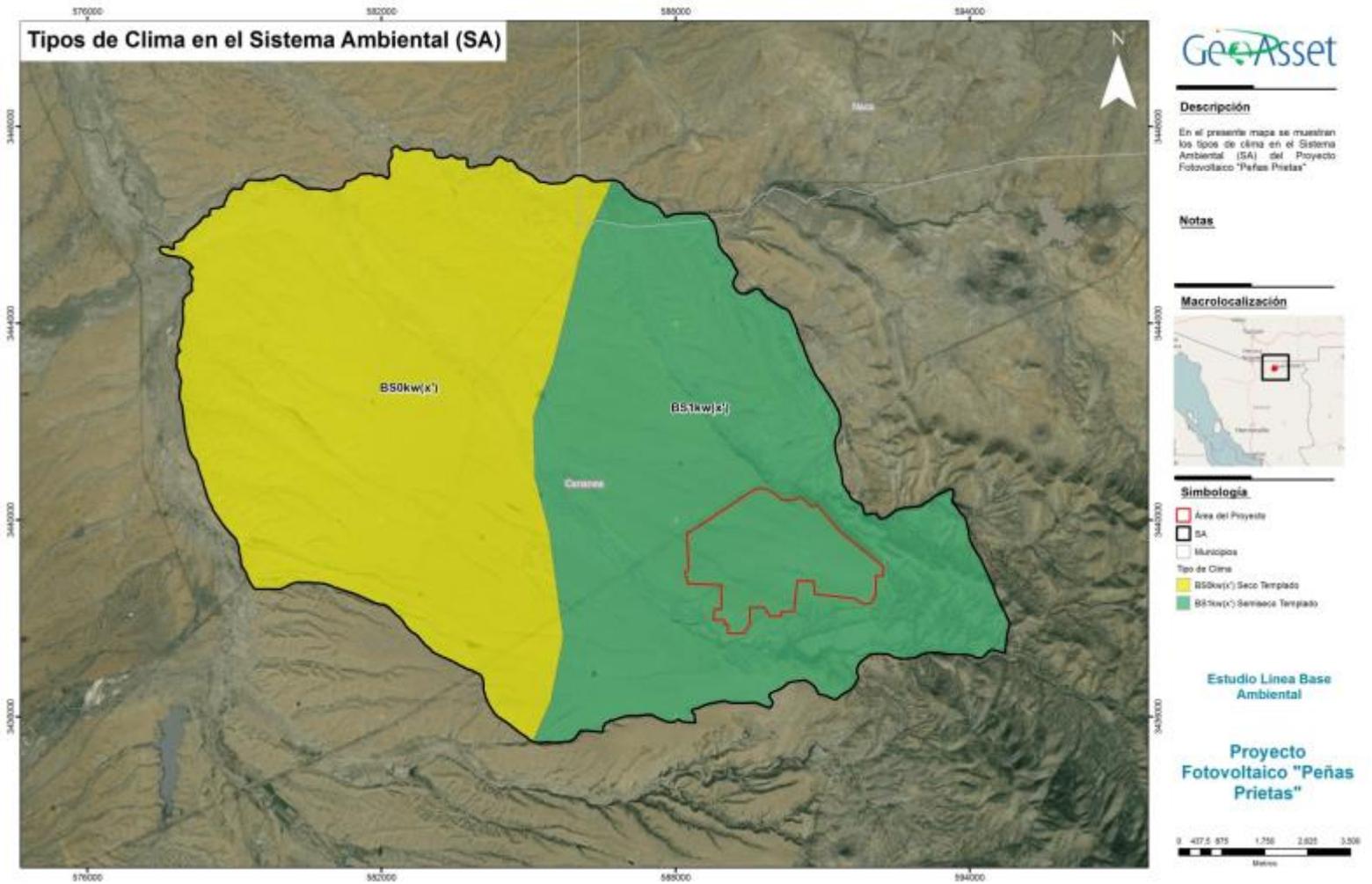


Figura 4.6 Tipos de climas presentes en el SAP

4.2.1.2 *Datos atmosféricos*

La estación meteorológica más cercana al área del Proyecto es la de Nogales, localizada en el municipio con el mismo nombre dentro del estado de Sonora. A partir de la información obtenida de dicha estación, se presentan los siguientes datos atmosféricos (Tabla 4.2) correspondientes a 90 días durante el periodo del 29 de marzo al 27 de junio de 2017.

Los datos presentados corresponden a:

1. Dirección de ráfaga
2. Dirección del viento
3. Humedad relativa
4. Radiación solar
5. Rapidez de ráfaga
6. Rapidez de viento
7. Temperatura
8. Presión atmosférica
9. Precipitación

Tabla 4.2 *Datos atmosféricos de la estación Nogales, Sonora*

	<i>Dirección de ráfaga (°)</i>	<i>Dirección del viento (°)</i>	<i>Humedad relativa (%)</i>	<i>Radiación solar (W/m²)</i>	<i>Rapidez de ráfaga (km/h)</i>	<i>Rapidez de viento (km/h)</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Presión Atmosférica</i>	<i>Precipitación (mm)</i>
Mínima	3	0	6	0	1.3	1.0	4.9	861	0
Máxima	360	360	90	1,290	72.7	36.6	42.0	877	0
Promedio	246	216	27	335	20.0	11.0	23.0	872	0.0014

Fuente, SMN, 2017

Radiación directa normal

Los índices de incidencia de radiación solar sobre un sitio tienen un impacto determinante en sus características climáticas. Después de todo, es la radiación solar la que proporciona prácticamente toda la energía que genera los fenómenos atmosféricos.

Al momento de establecer la radiación solar que incide sobre una superficie determinada es importante diferenciar, en primera instancia, su componente directo de su componente difuso. El componente directo representa la radiación solar que ha atravesado la atmósfera de manera directa, mientras que el difuso se deriva de la reflexión causada por los gases atmosféricos, las partículas en suspensión y el vapor de agua. El componente difuso puede contener también reflexiones del suelo y otros elementos del entorno, por lo que se considera proveniente de todas direcciones.

La radiación directa normal se mide sobre una superficie orientada directamente hacia el sol, de tal manera que los rayos solares resultan siempre perpendiculares a dicha superficie. Cuando el sol se mueve de manera aparente a través del cielo, dicha superficie también se mueve para mantener la relación normal.

En el área del proyecto la radiación directa normal anual se encuentra dentro del rango superior a los 7.5 kWh m² / día (marcado con una flecha verde).

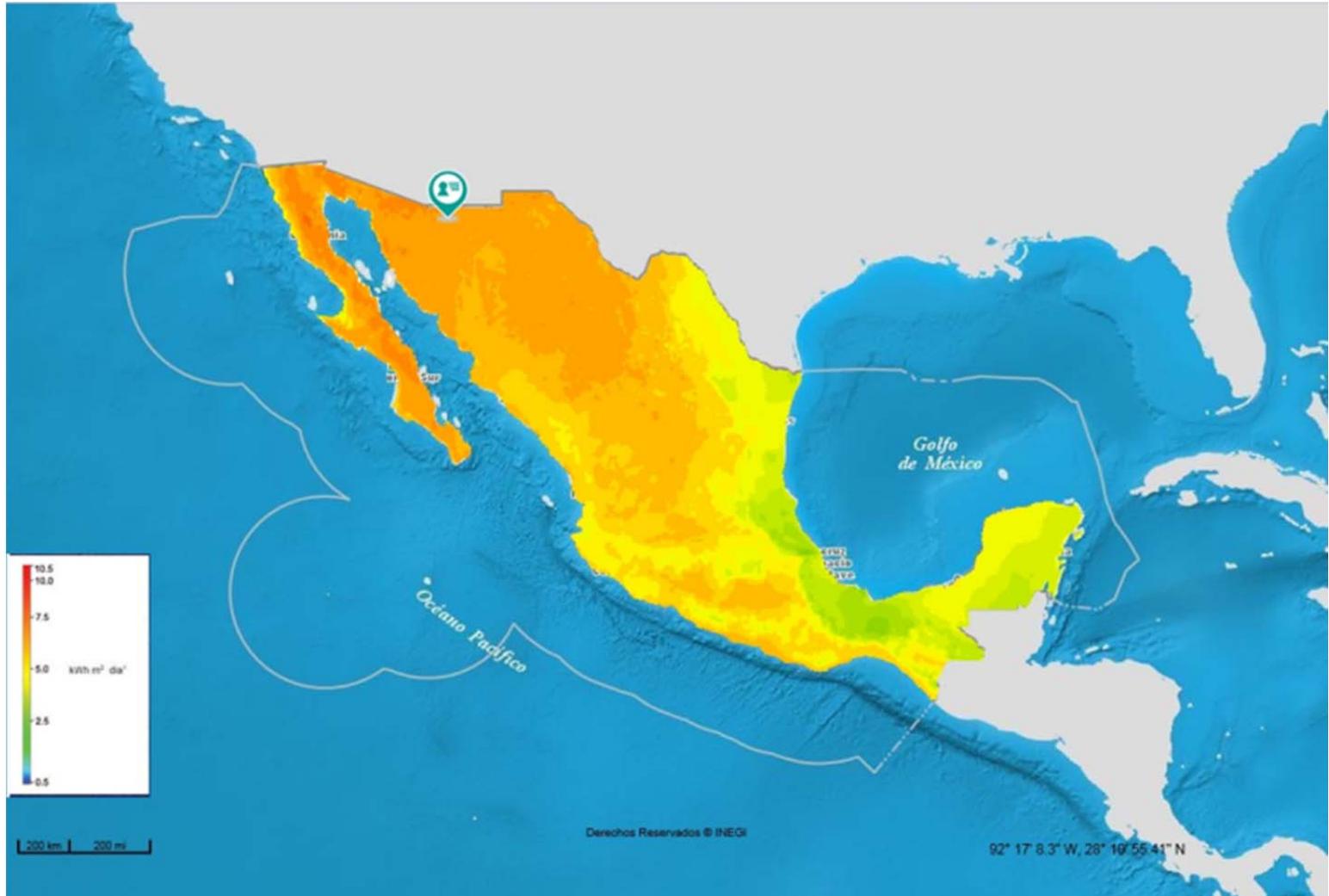


Figura 4.1 Radiación directa normal anual en el Área del Proyecto. INEGI, 2010.

4.2.1.3 *Hidrología superficial*

El SAP se encuentra dentro la Región Hidrológica Sonora Norte #8. Esta tiene una superficie de 54,857 km² y a esta región pertenecen las cuencas Río San Ignacio, Río Concepción- Arroyo Cocóspera y Desierto Altar- Rio Bámbori. En esta última se localiza el Proyecto, tiene una superficie de 21, 126 km² y está caracterizada por una precipitación media anual de 109 mm y una pendiente generalmente baja. El Río Sanoita constituye el colector principal y su trayecto mide 178 km, con una pendiente media de 0.35% y dirección sureste-noroeste. Los usos principales del agua superficial de esta cuenca son el agrícola, doméstico y pecuario.

Para esta cuenca se calculó un volumen anual precipitado de 2302.7 Mm³, con un coeficiente de escurrimiento de 2.3% mismo que representa un volumen de 52.96 Mm³ anuales.

La subcuenca en la que se encuentra el Proyecto es la Nogales; esta tiene una extensión de 2,821.21 Km², y su drenaje es hacia la frontera con Estados Unidos.

El escurrimiento principal se denomina Río San Pedro, que drena aproximadamente 1,835 km² en los municipios de Cananea, Naco y Agua Prieta. El Río san Pedro es parte de la cuenca del río Colorado y nace al norte de la ciudad de Cananea, Sonora, en los pastizales naturales. Esta corriente fluye hacia el norte hasta su desembocadura en el río Gila al sureste de Phoenix. Las corrientes superficiales más importantes dentro de esta unidad son el Río San Pedro, El Riíto y El Álamo, los cuales corren de Norte a Sur. Los principales arroyos que alimentan al río San Pedro son el aguaje del Texano, el Nogalar, el Pedregón, la Coja, San Rafael, el Barrilito, El Sauz, el Claro, el Chirrión, Los Fresnos y el Piojo. Las principales serranías que dan forma a esta subcuenca son: al sur las Sierras de los Ajos y Elenita, al poniente la Sierra Mariquita, la Sierra San José hacia el oriente y finalmente las Montañas Huachuca hacia el norte.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL DE LA REGIÓN

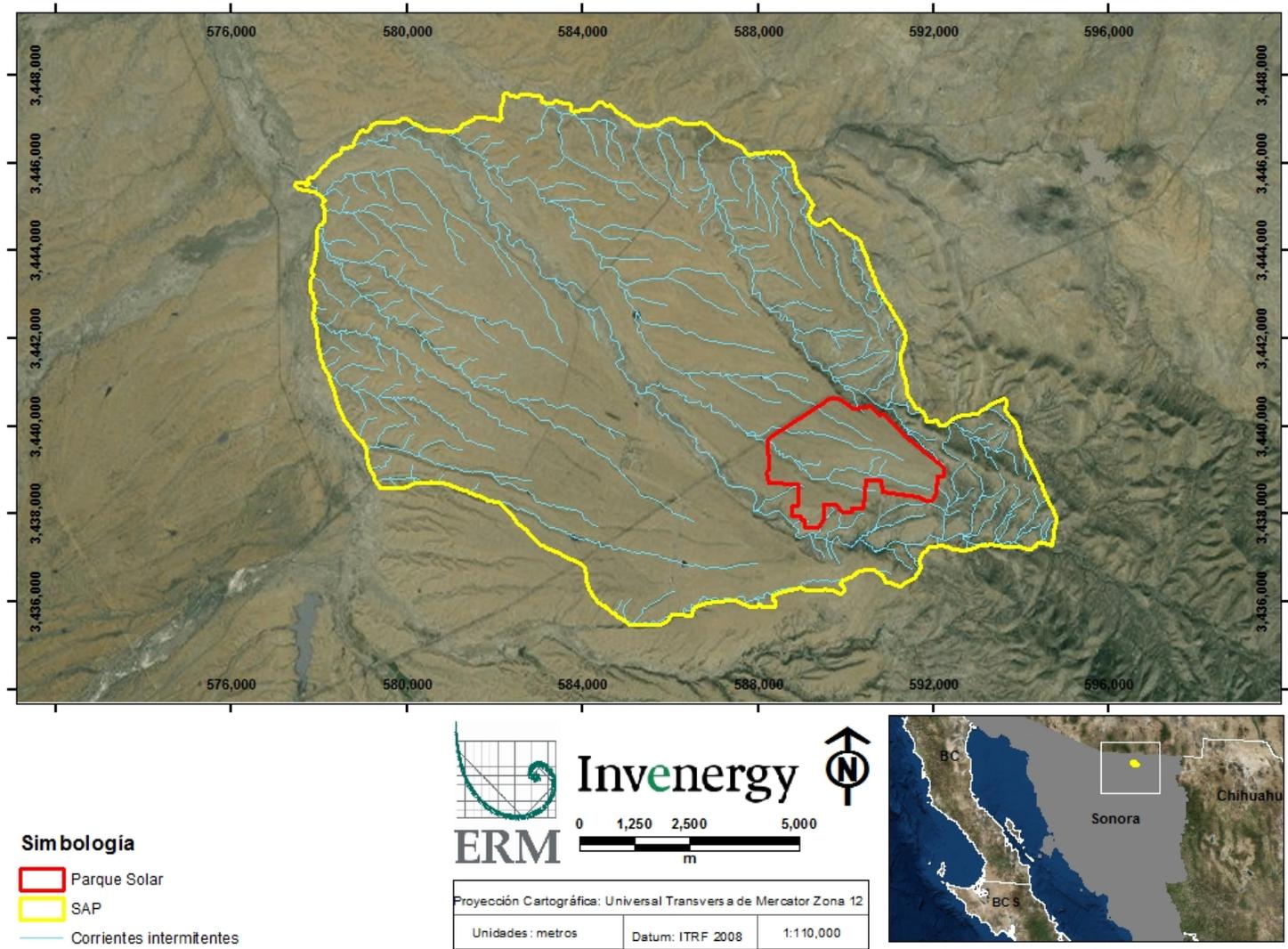


Figura 4.2 *Hidrología superficial de la región*

4.2.1.4 *Hidrología subterránea*

El sitio del Proyecto se localiza dentro del acuífero Río San Pedro. El sistema acuífero es de tipo libre y está constituido, en su parte superior, por un medio granular caracterizado por la presencia de depósitos clásticos no consolidados y poco consolidados del Cenozoico al Cuaternario que se encuentran rellenando la fosa tectónica sobre la cual labró su cauce el río San Pedro. El espesor de estos materiales alcanza los 350 m en el centro del valle. La parte inferior del acuífero está alojada en un medio fracturado, desarrollado tanto en rocas sedimentarias marinas del Mesozoico como en las rocas volcánicas de finales del Cretácico y Terciario.

El acuífero Río San Pedro, definido con la clave 2616 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en el extremo norte del estado de Sonora, limitando al norte con la línea que define la frontera con los EUA, al oeste con los acuíferos Río Santa Cruz y Cuitaca, al este con el acuífero Río Agua Prieta y al sur con el acuífero Río Bacoachi.

Geográficamente, el área se ubica aproximadamente entre los paralelos 30° 50' y 31° 20' de latitud norte y entre los meridianos 109° 50' y 110° 30' de longitud Oeste, a partir del Meridiano de Greenwich, abarcando una superficie de 1750 km², que comprende parcialmente los municipios de Santa Cruz, Cananea y Naco, de los cuales las poblaciones de Cananea y Naco son las de mayor importancia por su número de habitantes.

El acuífero Río San Pedro es una fuente de abastecimiento para los usos industrial (actividad minera), público - urbano, agrícola, pecuario y de servicios.

En el SAP también se localiza el acuífero Río Agua Prieta, Río Bacoachi y Frontera

4.2.1.5 *Fisiografía*

Las provincias fisiográficas son regiones donde el relieve es el resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno, así como un mismo origen geológico. Grandes cadenas montañosas, planicies costeras, valles, cañones, altiplanicies y depresiones componen el relieve extraordinariamente variado de la República Mexicana. Debido a esta diversidad el territorio mexicano se encuentra dividido en 15 regiones o Provincias Fisiográficas (INEGI, 2010).

El SAP del Proyecto se encuentra dentro de las provincias fisiográficas Sierras y Llanuras del Norte y Sierra Madre Occidental (Figura 4.9 Fisiografía en el SAP).

Sierras y Llanuras del Norte

Estas sierras ocupan parte de los estados de Chihuahua y Coahuila. Esta provincia, enclavada en un ambiente árido y semiárido, se extiende hasta parte de los Estados Unidos. Sus sierras bajas y abruptas quedan separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras; son frecuentes las cuencas endorreicas o bolsones, algunos de ellos salinos, a veces con desarrollo de lagos temporales. En esta provincia se localiza una parte del Río Conchos, afluente del Río Bravo, y en su centro, el Bolsón de Mapimí. A 50 kilómetros al Sur de Ciudad Juárez se encuentra uno de los campos de dunas de arena más extensos del país, el de Samalayuca. Al sur de esta provincia se extiende la Laguna de Mayrán o Bolsón de Coahuila y más al Sur se continúa la antigua región lacustre de los bolsones de Viesca, así como una pequeña zona de dunas, la de Bilbao.

Sierra Madre Occidental

Está caracterizada por un altiplano con una elevación promedio de más de 2,000 metros y aproximadamente 1,200 kilómetros de largo por 200 a 400 kilómetros de ancho, la cual se extiende desde la frontera con los Estados Unidos, hasta la Faja Volcánica Transmexicana y limitada al Oeste por el Golfo de California y al Este por el Altiplano Central Mexicano. La Apertura del Golfo de Californiana inducido la formación de grandes cañadas en el flanco Oeste mientras que la tectónica extensional ha provocado la formación de amplias depresiones tectónicas en el flanco Este de la provincia. La geología de la Sierra Madre Occidental está dominada por conjuntos de rocas ígneas asociados a diferentes episodios magmáticos, que resultaron de la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norteamérica.

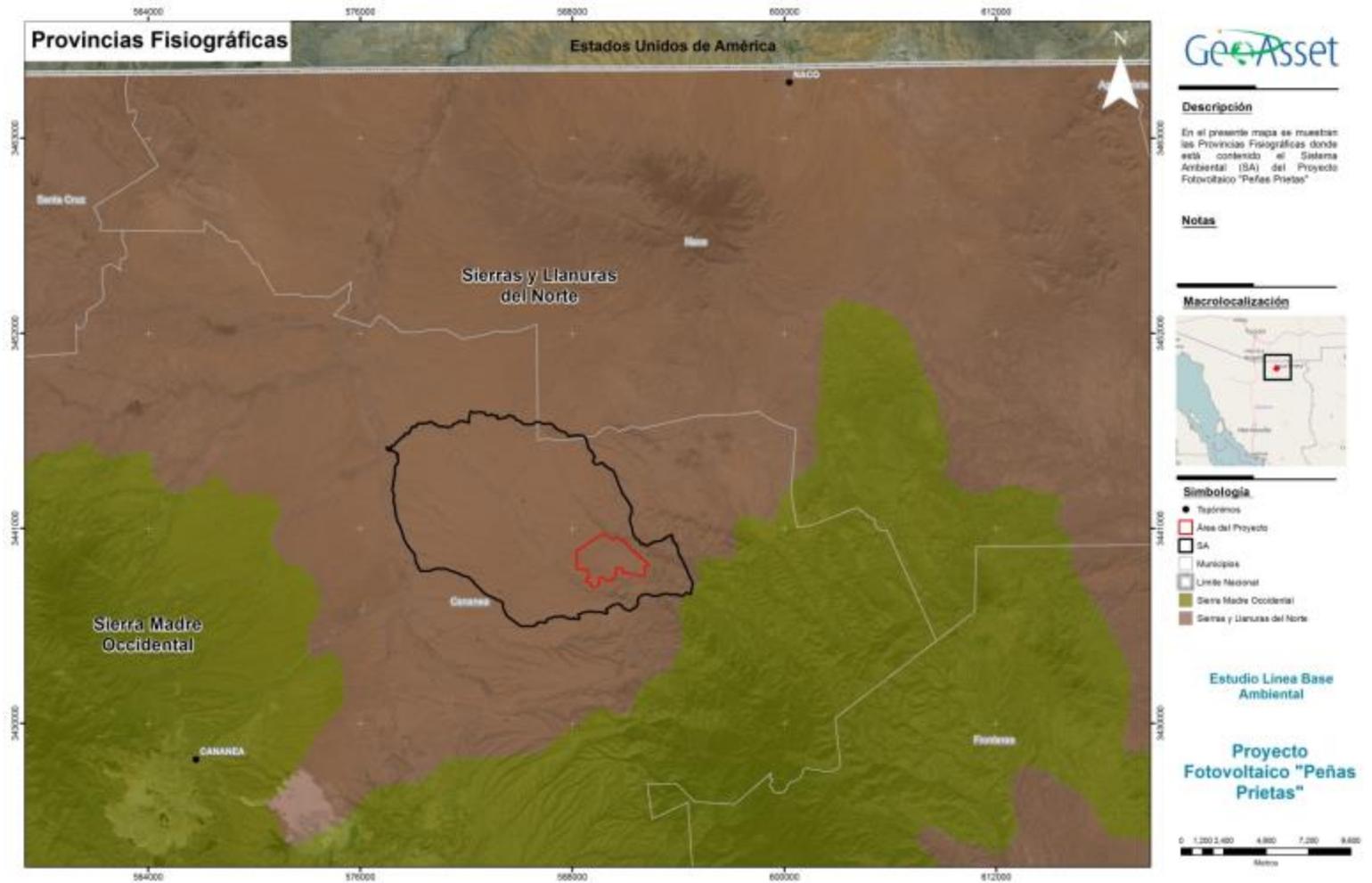


Figura 4.9 Fisiografía en el SAP

Las provincias fisiográficas se encuentran divididas por subprovincias, las cuales se mencionan en la Tabla 4.3:

Tabla 4.3 *Provincias fisiográficas dentro del SAP*

Sierras y Llanuras del Norte	Sierra Madre Occidental
<ul style="list-style-type: none"> • Llanuras y Médanos del Norte • Sierras Plegadas del Norte • Del Bolsón de Mapimí • Llanuras y Sierras Volcánicas • Laguna de Mayrán 	<ul style="list-style-type: none"> • Sierras y Valles del Norte • Sierras y Cañadas del Norte • Sierras y Llanuras Tarahumaras • Pie de Sierra • Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses • Sierras y Llanuras de Durango • Gran Meseta y Cañadas Duranguenses • Mesetas y Cañadas del Sur • Sierras y Valles Zacatecano

El SAP se encuentra ubicado dentro de las subprovincias Llanuras y Médanos del Norte y Sierras y Valles del Norte (Figura 4.3 Subprovincias fisiográficas dentro del SAP).

Subprovincia Llanuras y Médanos del Norte

Ocupa el 17.42% del territorio estatal ubicado al extremo noroeste y está conformada por extensos valles aluviales entre los cuales se intercalan algunas sierras; en el límite con Chihuahua se localiza un sistema de topofomas denominado Bajada.

Subprovincia Sierras y Valles del Norte

Esta región está formada principalmente por sierras entre las cuales se localizan amplios valles paralelos con orientación norte-sur. La altitud de los sistemas montañosos decrece hacia el sur, de tal forma que en la sierra Los Ajos, al este de Cananea, se localiza la mayor altitud, con 2 620 m; al norte de Mazocahui, gran parte de las elevaciones exceden los 1 000 msnm, mientras que al sur de esta población la mayoría de las cimas quedan por abajo de esa altitud.

Una enorme falla normal baja hacia el sur, desde Ignacio Zaragoza, al suroeste de Agua Prieta, bordeando los costados occidentales de las sierras Los Ajos, Buenos Aires y La Madera.

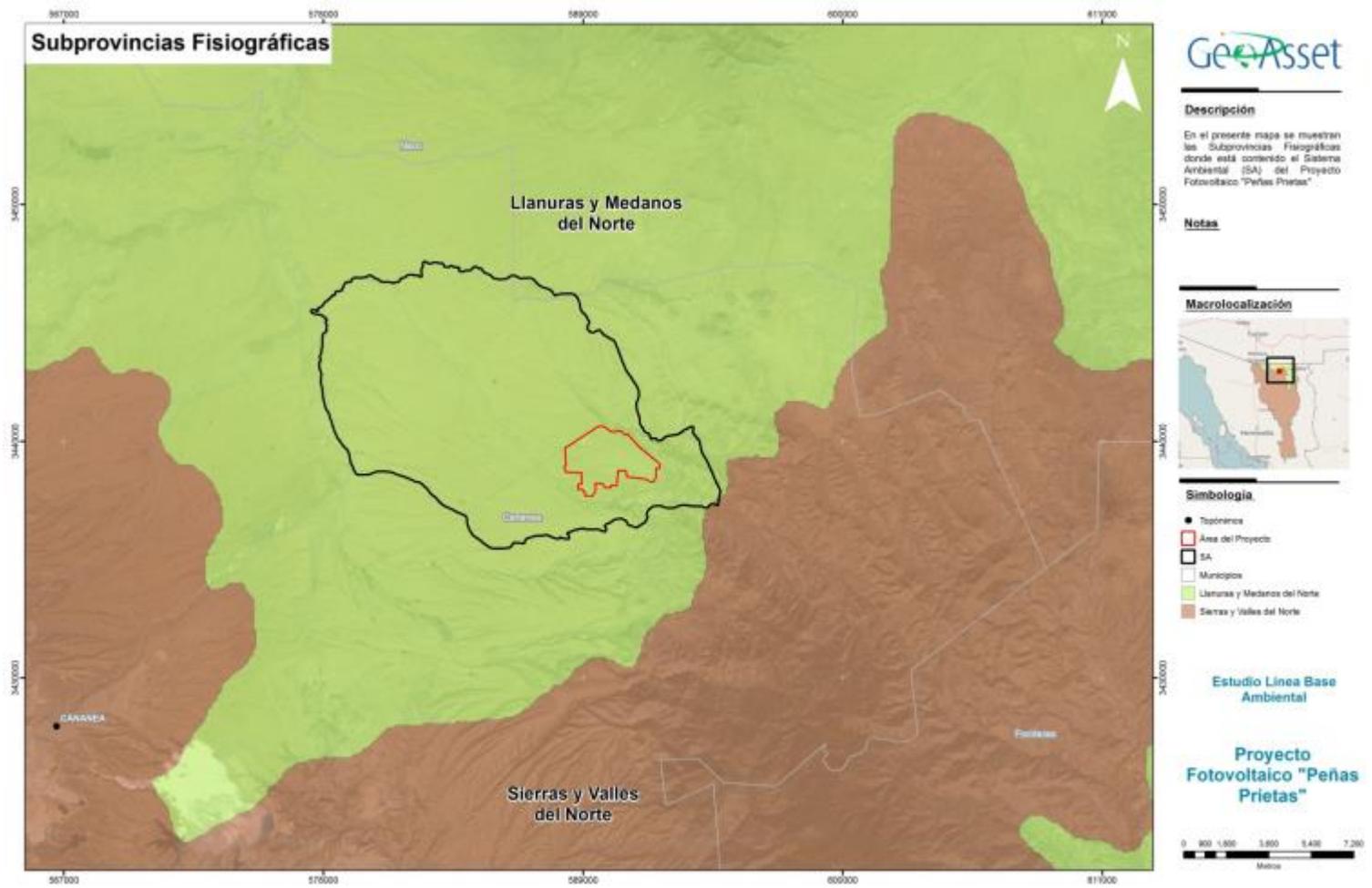


Figura 4.3 Subprovincias fisiográficas dentro del SAP

Con un mayor grado de uniformidad paisajística respecto a las subprovincias fisiográficas los sistemas de topoformas son conjuntos de topoformas asociadas entre sí, según un patrón estructural o degradativo. El SAP se encuentra definido por dos sistemas de topoformas: Sierra Alta y Valle Aluvial Intermontano.

Tabla 4.4 *Sistema de topoformas en el SAP*

Sistema de topoformas	Características
Valle Aluvial Intermontano	Corresponde a una depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, con material de depósito de tipo fragmentario no consolidado, transportado y depositado por corrientes de agua. Ubicado entre montañas.
Sierra alta	Se caracteriza por presentar una línea de montañas con una altitud mayor al entorno geográfico.

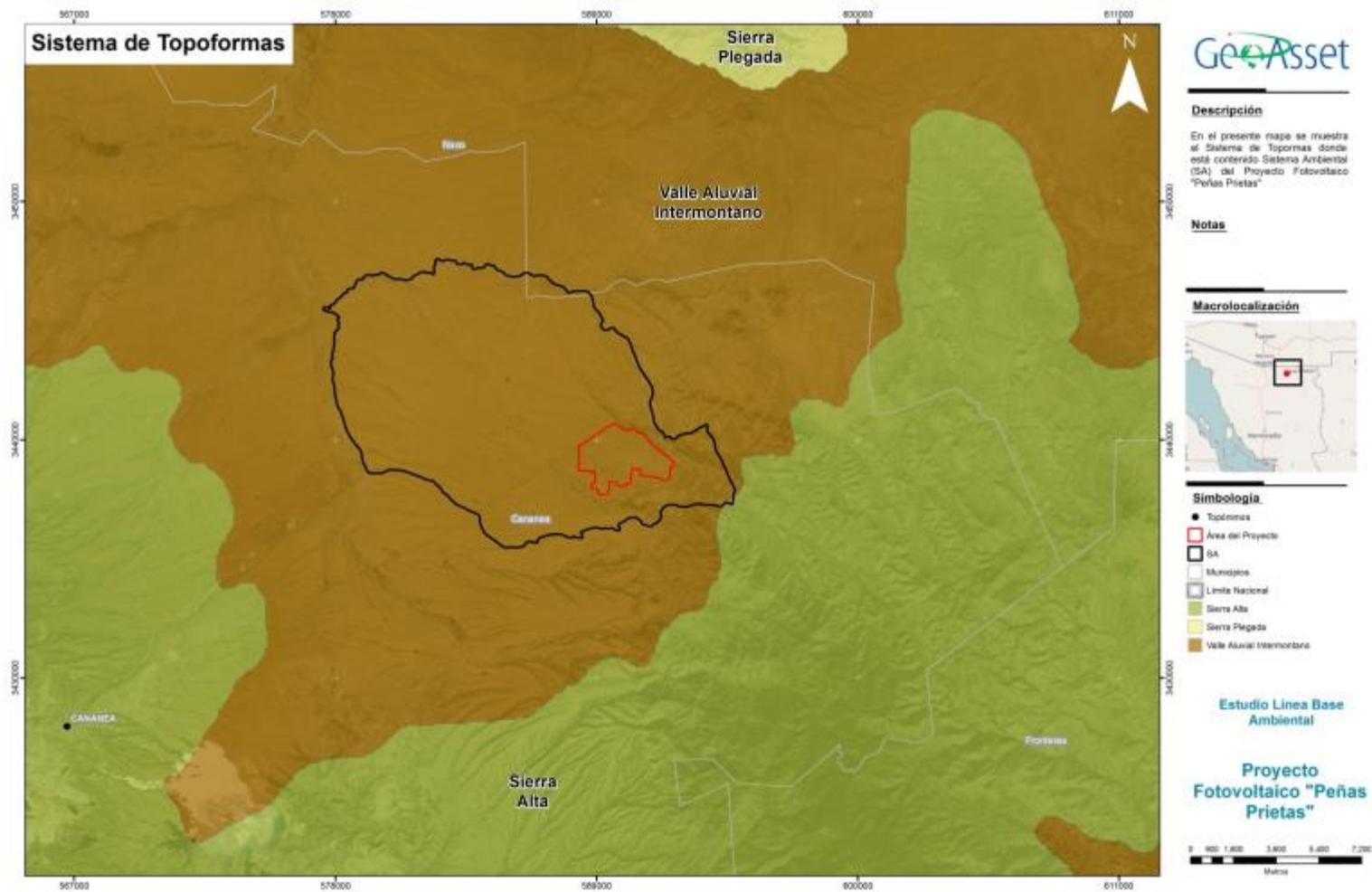


Figura 4.4 Sistema de topoformas SAP

4.2.1.6 Geología

Una provincia geológica se define como la parte cartografiable de la superficie sólida del planeta, caracterizada por sus rocas, por su estructura y por una secuencia de eventos tal que integre una historia evolutiva. La unidad de estudio tiene una edad geológica que contempla su generación en el Cenozoico, Mesozoico y Paleozoico y presenta afloramientos de rocas sedimentarias y volcans sedimentarias.

Rocas sedimentarias: Las rocas sedimentarias (del latín *sedimentum*, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

Una roca preexistente expuesta en la superficie de la tierra pasa por un Proceso Sedimentario (erosión o intemperismo, transporte, depósito, compactación y diagénesis) con el que llega a convertirse en una roca sedimentaria; a esta transformación se le conoce como litificación. Debido a que las rocas sedimentarias son formadas cerca o en la superficie de la tierra su estudio nos informa sobre el ambiente en el cual fueron depositadas, el tipo de agente de transporte y, en ocasiones, del origen del que se derivaron los sedimentos.

Vulcano sedimentarias: Las unidades vulcano sedimentarias están distribuidas, principalmente, en los sectores geográficos del noroeste y sur de México. La composición petrográfica de las rocas volcánicas abarca la serie calcialcalina de basalto a riolita, mientras que sus componentes sedimentarios son generalmente de arenisca y conglomerado con intervalos lacustres localmente abundantes. Ejemplos típicos de estas secuencias son la Formación Balsas, del sector del sur de México; la Formación Báucarit, en el Estado de Sonora; y la Formación Comondú, en Baja California Sur.

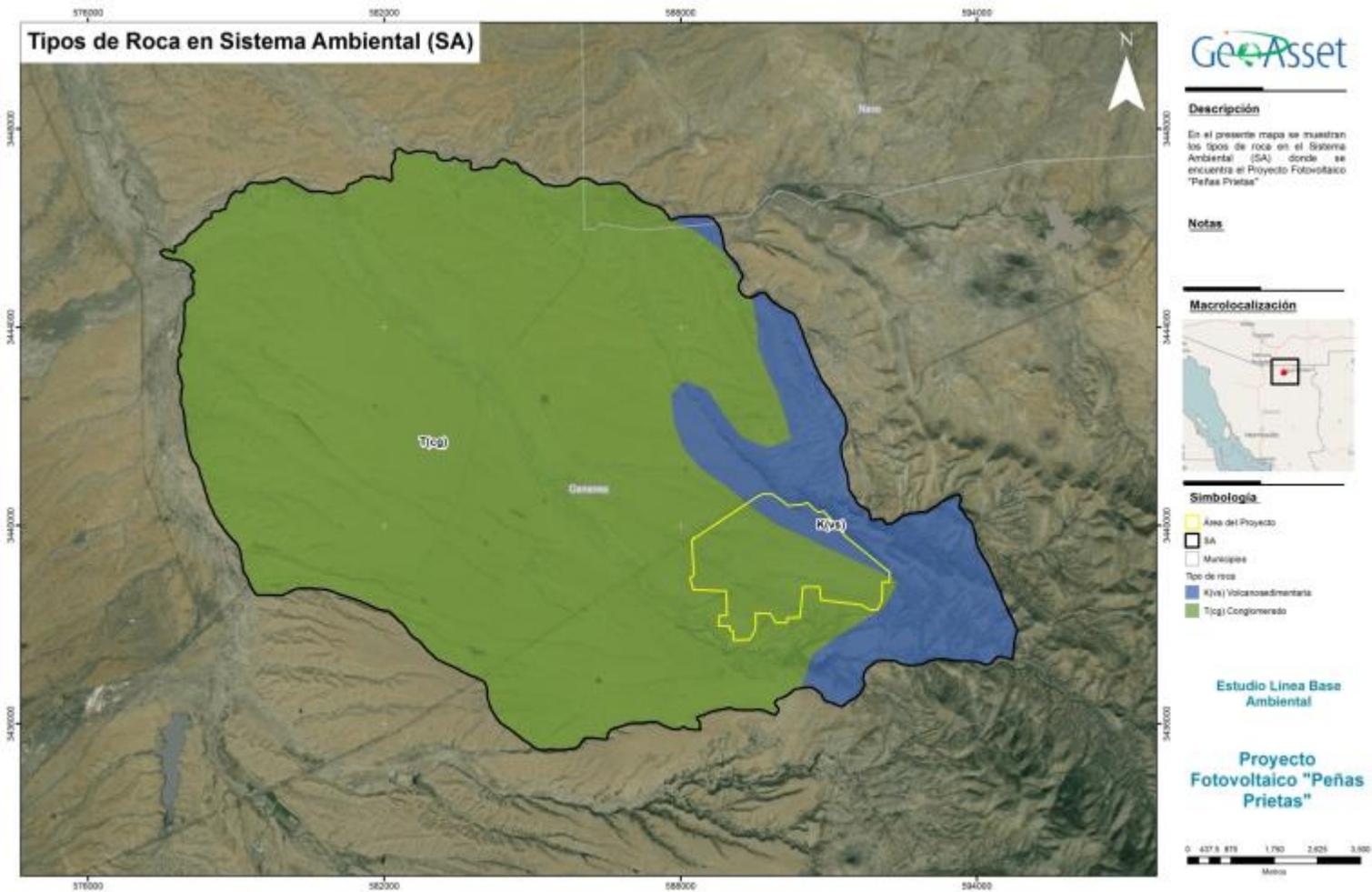


Figura 4.5 Tipo de rocas en el SAP del Proyecto. INEGI, 2010

Los tipos de suelo presentes dentro del sistema ambiental en estudio son: Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Regosol y Vertisol (Figura 4.13). Las principales características de cada tipo de suelo mencionado anteriormente se describen a continuación:

Leptosol: Se deriva del vocablo griego *leptos* que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido. El material original puede ser cualquiera, tanto rocas, como materiales no consolidados con menos del 10% de tierra fina. Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevadas pendientes. Se encuentra en cualquier tipo de clima y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. El materiales fuertemente calcáreos y muy alterados, puede presentar un horizonte mólico con signos de gran actividad biológica.

- Subunidad Mólico: corresponde a suelos con una capa superficial sueva, oscura, fértil y rica en materia orgánica.

Luvisol: El término Luvisol deriva del vocablo latino "luere" que significa lavar, haciendo alusión al lavado de arcilla de los horizontes superiores para acumularse en una zona más profunda. Los Luvisoles se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos, pero con una estación seca y otra húmeda, como el clima mediterráneo.

El perfil es de tipo ABtC. Sobre el horizonte árgico puede aparecer un albico, en este caso son integrados hacia los albeluvisoles. El amplio rango de materiales originales y condiciones ambientales, otorgan una gran diversidad a este Grupo. Cuando el drenaje interno es adecuado, presentan una gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su moderado estado de alteración y su, generalmente, alto grado de saturación.

Phaeozem: Proviene del griego *phaeo* que significa pardo y del ruso *zemljá* que significa tierra. Literalmente, tierra parda. Son suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo más abundante en el país. Se caracteriza por presentar una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los chernozems y los castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelo. Son de profundidad variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal de granos, legumbres u otras hortalizas con rendimientos altos. Los menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan fácilmente.

Vertisol: El término vertisol deriva del vocablo latino "vertere" que significa verter o revolver, haciendo alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables.

El material original lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen. Se encuentran en depresiones de áreas llanas o suavemente onduladas. El clima suele ser tropical, semiárido a subhúmedo o mediterráneo con estaciones contrastadas en cuanto a humedad. La vegetación cimácica suele ser de sabana, o de praderas naturales o con vegetación leñosa.

El perfil es de tipo ABC. La alternancia entre el hinchamiento y la contracción de las arcillas, genera profundas grietas en la estación seca y la formación de superficies de presión y agregados estructurales en forma de cuña en los horizontes superficiales. Los Vertisoles se vuelven muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda.

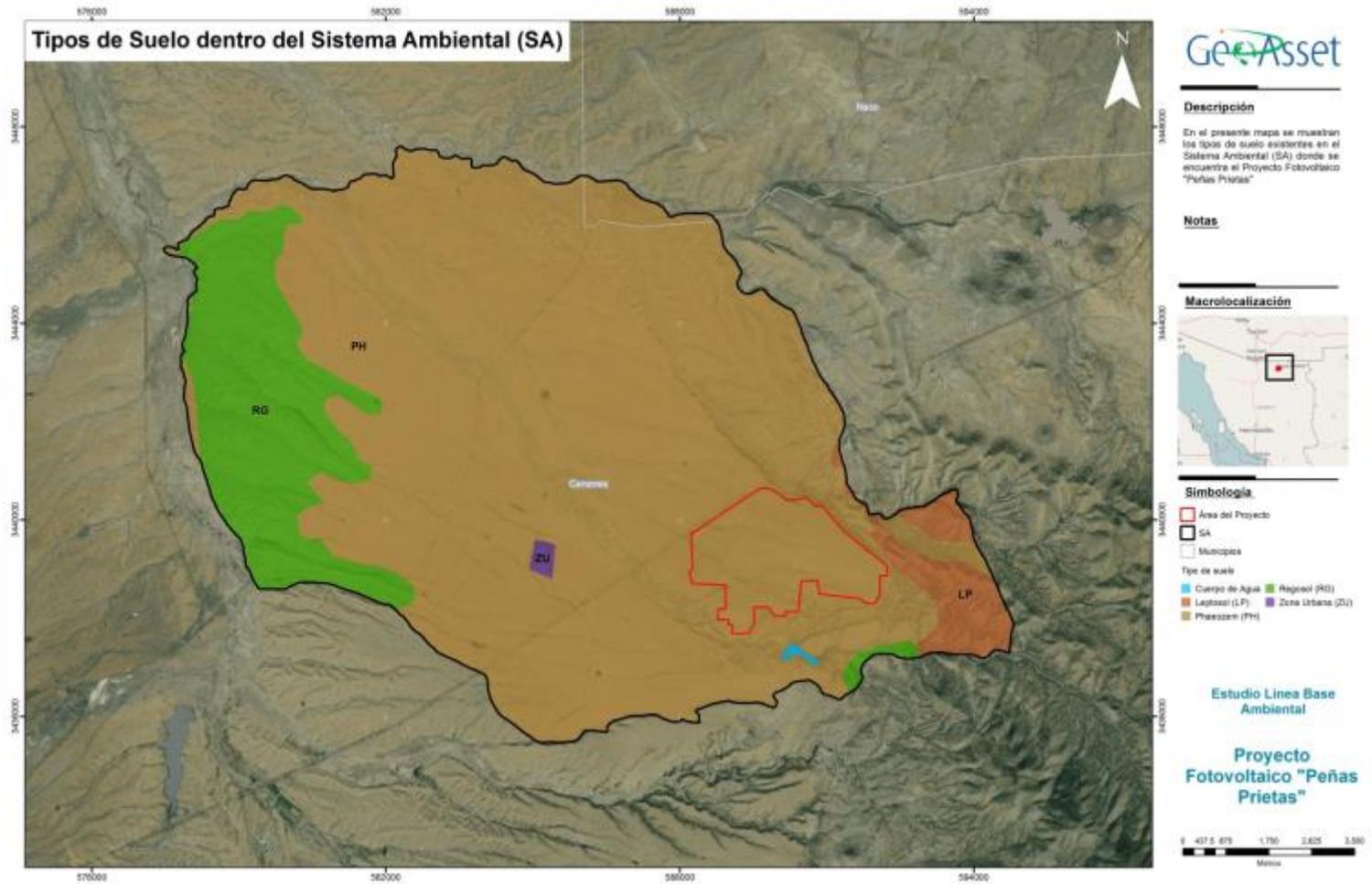


Figura 4.6 Tipos de suelo en el SAP

4.2.2

Medio biótico

Los componentes bióticos analizados en esta sección incluyen aquellos asociados a la flora, fauna y vegetación que se presenta tanto en el polígono del Proyecto como en el SAP. Su caracterización resulta relevante a fin de establecer una línea base a partir del cual se puedan evaluar los posibles impactos ambientales del Proyecto. A continuación se presenta la caracterización y análisis de los aspectos bióticos, es decir, la vegetación y sus componentes florísticos, así como la fauna presente en el Área del Proyecto y en el SAP.

Con el objeto de identificar y describir los tipos de flora y fauna presentes el área del proyecto, y obtener indicadores de riqueza y de diversidad, se realizó trabajo de campo entre los días 21 de febrero al 6 de marzo de 2017 del presente año (Anexo 4.1).

4.2.2.1

Flora

Uso de suelo y vegetación

De acuerdo con la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Heroica Nogales clave: H12-2 escala: 1:250 000 de INEGI (2015) el tipo de vegetación que predomina al noreste del municipio de Cananea es Pastizal natural. Los pastizales naturales se encuentran en regiones semiáridas y de clima templado frío. La vegetación es dominada por herbáceas, principalmente gramíneas (pastos, zacates o graminoides) que se encuentra en cualquier clima, pero principalmente en las regiones semiáridas del norte y en las partes más altas de las montañas (por arriba de los cuatro mil metros). Están muy extendidos en el norte del país y cubren amplias zonas en Chihuahua, Coahuila, Sonora, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Jalisco. Se encuentran entre los 1,100 y 2,500 m, aunque también pueden encontrarse en menor altitud. Además de este tipo de vegetación, existen también manchones de pastizal inducido.

Vegetación Secundaria

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea de acuerdo también a la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo a la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en las cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada. Estas especies forman fases sucesionales conocidas como "Vegetación Secundaria" que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

Actualmente, a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja; ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y en ocasiones la presión de actividades humanas es tal que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida.

A causa de la complejidad de definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística y ecológica y su difícil interpretación, aún en campo; se consideran con base en las formas de vida presentes y su altura, tres fases:

- Vegetación Secundaria herbácea
- Vegetación Secundaria arbustiva
- Vegetación Secundaria arbórea

El tipo de vegetación secundaria que hay en la zona en forma de manchones aislados es la vegetación secundaria arbustiva.

Metodología del inventario florístico

Para obtener una mejor representación de la vegetación presente dentro del Sistema Ambiental se obtuvo información de 57 sitios de muestreo y dentro del Área del Proyecto un total de 18 muestras, lo que resulta en un total de 75 sitios en los cuales se obtuvo información para determinar la riqueza y estructura de las especies de flora.

En tal sentido, a continuación, se describe brevemente la metodología utilizada para el muestreo de campo:

- a) El sistema de muestreo utilizado fue dirigido y consistió en seleccionar las unidades elementales de la población con la finalidad de conocer la composición florística de la microcuenca en la que se encuentra el Proyecto.
- b) El diseño de muestreo que fue utilizado está basado en el que la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) utiliza para el levantamiento de información del Inventario Nacional Forestal, que, para el caso de bosques

y zonas áridas, consiste en sitios circulares con un área de 1,000 metros cuadrados (radio de 17.84 m). En estos sitios se llevó a cabo el levantamiento de la información técnica de campo referente a las especies arbóreas, de las cuales, se tomaron datos de diámetro normal, altura y diámetro de copa para su posterior análisis en gabinete.

- c) Para el estrato arbustivo se delimitó un sub-sitio circular de 500 metros cuadrados (12.62 metros), y finalmente para el estrato herbáceo se definió una parcela de 1 metro cuadrado (1 x 1 metros), ambos estratos fueron contabilizados a partir del centro del sitio principal de 1,000 metros cuadrados.

El levantamiento de información de vegetación consistió en las siguientes actividades:

- a) Una vez definido el punto de muestreo, se identificó y georreferenció el centro de cada sitio de muestreo. Para el estrato herbáceo también se tomó sólo el centro del cuadrante de un metro por un metro. Esto se realizó con el uso de un sistema de posicionamiento global marca Garmin Etrex 10, el cual presentó un rango de error durante el muestreo de 3 metros.
- b) Una vez delimitado el sitio se procedió a realizar la documentación de las especies presentes en el sub-sitio del estrato herbáceo; posteriormente para el sub-sitio del estrato arbustivo se realizó la diferenciación de especies y se realizó un conteo de individuos de cada especie identificada, así como la medición de su altura y diámetro de copa. Finalmente, para el estrato arbóreo se midió el diámetro normal de cada individuo, así como la altura.
- c) El marcaje de individuos del estrato arbóreo se realizó con pintura en aerosol de color rosa fluorescente para su mejor visibilidad, lo cuales se numeraron con la finalidad de no contabilizar el mismo individuo dos veces.
- d) Los sitios de muestro se realizaron del 21 al 24 de febrero de 2017. Se hace mención que el levantamiento florístico se realizó en la temporada seca, por lo que abundancia de las especies herbáceas fue baja en comparación con los demás estratos.

Criterios para la estratificación de la vegetación.

Estrato arbóreo. Para considerar a un individuo como parte del estrato arbóreo se tomaron en cuenta aquellos individuos con un diámetro normal igual o mayor a 7.5 centímetros (FAO, 2000). La toma de dicha información se llevó a cabo mediante el uso de una cinta diamétrica marca Forestry Suppliers.

Estrato arbustivo. Para este grupo se tomaron en cuenta aquellos individuos con apariencia leñosa cuyo diámetro normal es menor a 7.5 centímetros, así como las

cactáceas. La toma de dicha información se llevó a cabo mediante el uso de una cinta diamétrica marca Forestry Suppliers.

Estrato herbáceo. Para el estrato herbáceo se consideraron aquellos individuos con una altura generalmente menor a 1 metro y que no presentan apariencia leñosa.

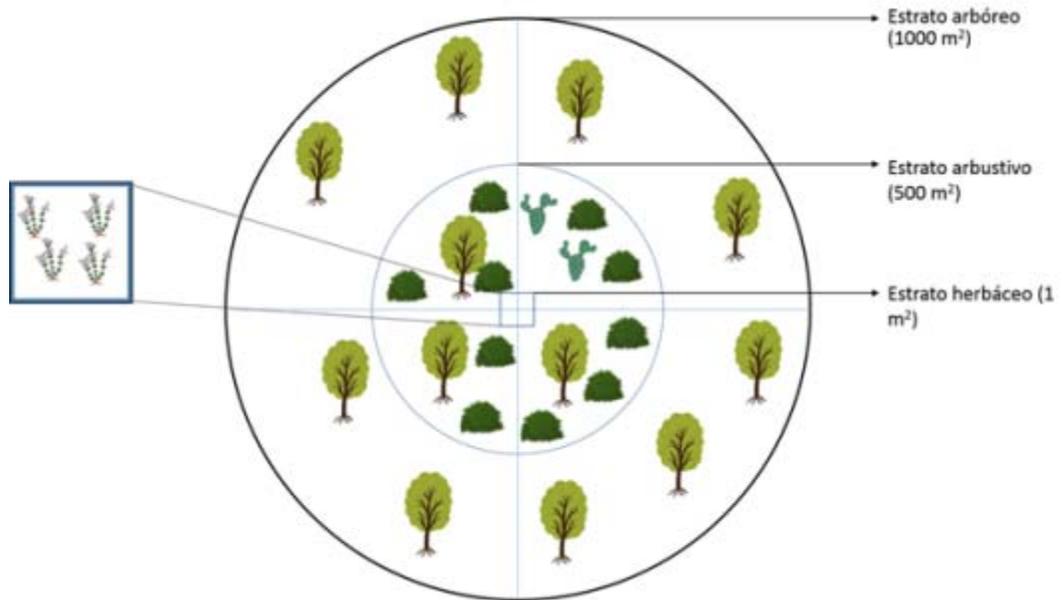


Figura 4.7 *Diseño de los sitios de muestreo*

La determinación taxonómica de los ejemplares colectados se realizó mediante el cotejo con ejemplares de la zona y con literatura especializada. Con la información de campo recopilada para cada ejemplar y la obtenida en la literatura para cada especie, se formó una tabla (matriz) básica de datos que permite obtener como resultados:

- Listado básico preliminar de la flora local. Esta lista es la referencia básica con la cual se pueda comparar contra la publicada en la NOM-059-SERMANAT-2010, la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (IUCN, 2012) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2012), con el propósito de manifestar la presencia de especies protegidas.

A partir de este muestreo se obtuvieron las siguientes variables básicas de las especies para cada unidad de muestreo:

- Frecuencia relativa: probabilidad de encontrar un individuo de una especie dada en una unidad de muestreo, expresado en %. La frecuencia relativa de las especies mide su dispersión dentro la comunidad vegetal.

- Densidad relativa: La densidad relativa se refiere al porcentaje de la suma de todas las “ocurrencias” de una especie en particular, respecto a la sumatoria de las ocurrencias de todas las especies de la misma comunidad o parcela.
- Dominancia relativa: La dominancia relativa se expresa como valor relativo de la sumatoria de las áreas basales de la siguiente manera:
- Cobertura relativa: proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de las especies enraizadas en el interior del cuadro de muestreo (expresado en % o m²).
- Índice de Valor de Importancia: Es un indicador de la importancia fitosociológica de una especie, dentro de una comunidad. La variación en la composición florística es una de las características más importantes que deben ser determinadas en el estudio de una vegetación.
- Índice de Diversidad de Shannon.

Ubicación de los sitios de muestreo

Buscando que fuese representada de la mejor manera la vegetación dentro del SAP, se ubicaron 18 sitios de muestreo distribuidos de acuerdo a las condiciones de cobertura y diversidad dentro del predio y 59 puntos dentro del SAP a continuación, se presentan las coordenadas UTM de la zona 12 de cada sitio de muestreo (Tabla 4.6).

Tabla 4.5 *Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del SAP*

Sitio	Coordenada		Sitio	Coordenada	
	X	Y		X	Y
1	586206	3446198	30	584472	3443334
2	586207	3446096	31	584658	3443055
3	586532	3445891	32	584594	3443753
4	586546	3445654	33	584389	3443887
5	586173	3445670	34	584260	3444201
6	586983	3445010	35	584222	3444633
7	587082	3445949	36	586452	3446352
8	586139	3443402	37	586343	3446307
9	586026	3442439	38	586478	3446270
10	585608	3441253	39	586384	3446227
11	585375	3440250	40	586391	3445986
12	585381	3440053	41	586394	3445692
13	586177	3441327	42	586404	3444970
14	588203	3441627	43	586476	3444733
15	585742	3438796	44	586624	3444533
16	588934	3437544	45	586912	3444140
17	588427	3438487	46	588702	3440226
18	589134	3437675	47	588646	3440423
19	589694	3437743	48	588620	3440713
20	590268	3437733	49	588613	3440788
21	590093	3438792	50	588544	3441571

22	590852	3438521	51	589055	3439872
23	588239	3440459	52	589037	3440092
24	588944	3440860	53	589192	3440189
25	589628	3439743	54	590026	3440172
26	591607	3438365	55	588180	3438794
27	585200	3441887	56	588911	3438803
28	584897	3442285	57	588933	3438346
29	584685	3442729			

Tabla 4.6 *Coordenadas de los sitios del muestreo dentro del predio*

Sitio	Coordenadas	
	X	Y
1	589197	3439726
2	588656	3439625
3	589035	3439445
4	589525	3440177
5	589791	3439997
6	590175	3439791
7	590384	3439630
8	589820	3440468
9	590725	3440046
10	591288	3439371
11	591656	3439017
12	591092	3439136
13	588470	3439032
14	588626	3438909
15	589415	3439352
16	589862	3439331
17	589203	3438187
18	589699	3438449

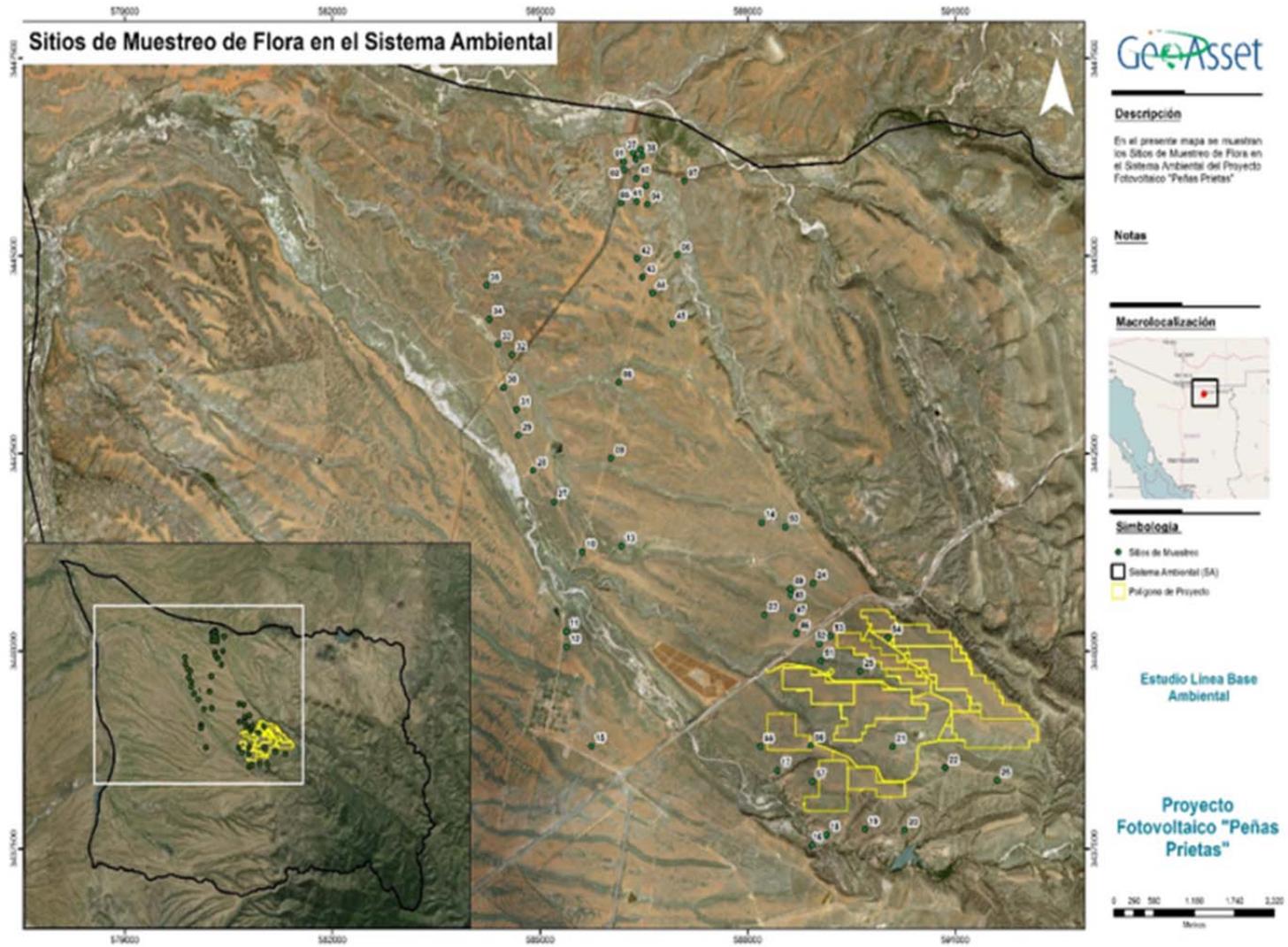


Figura 4.8 Representación de los sitios de muestreo dentro del SAP

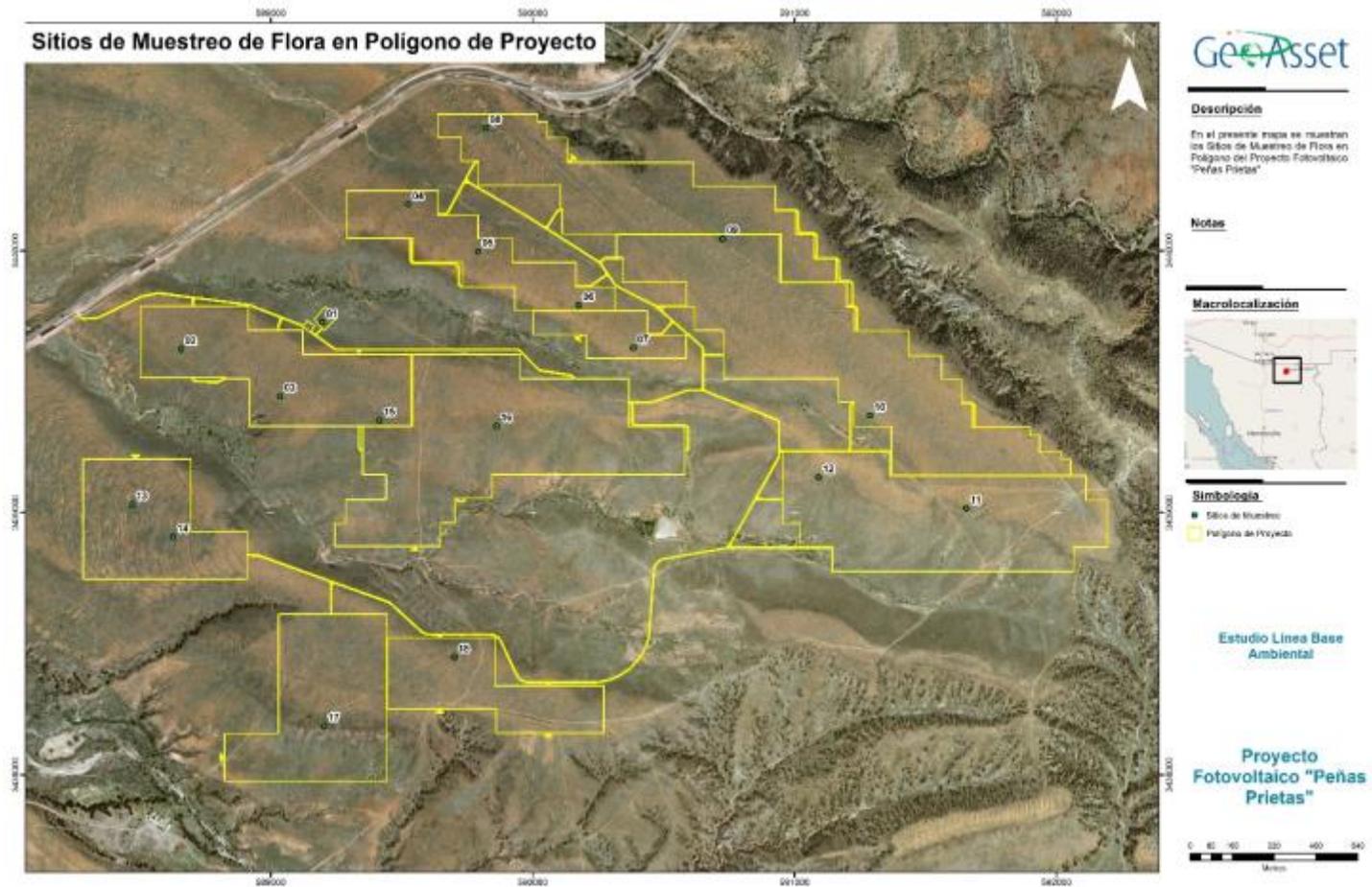


Figura 4.9 Representación geográfica de los sitios de muestreo dentro del predio.

Resultados levantamiento flora

Dentro del polígono del Proyecto y en el SAP se encontró vegetación de pastizal natural, vegetación riparia, bosque de encino y pastizal inducido, siendo la vegetación de pastizal natural la principal dentro del área del Proyecto.



Figura 4.17 Vista de la vegetación característica del área de estudio



Figura 4.18 Vista de la vegetación característica del área de estudio

A continuación se detallan los resultados obtenidos en el área del Proyecto y en el sistema ambiental.

A partir de la captura y el análisis de datos obtenidos en los 18 cuadrantes, se encontró un total de 14 especies distintas, agrupadas en 7 familias: Amaranthaceae, Cactaceae, Compositae, Leguminosae, Poaceae y Solanaceae . En la Tabla 4. se muestran las especies presentes en el área del Proyecto.

Tabla 4.7 Lista de especies dentro del área del Proyecto

Familia	Especie	Nombre común	No. de ejemplares	Ubicación	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES (2013)	IUCN (2012)
Compositae	<i>Ambrosia confertiflora</i>	Chíchibo	3	11	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Bouteloua chondrosioides</i>	Navajita morada	30	1, 10, 13, 15, 17, 18	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderilla	21	7, 8, 12	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Chloris virgata</i>	Zacate lagunero	1	1	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Chondrosum gracile</i>	Navajita	223	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	53	1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 15	No listada	No listada	NE
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	6	8	No listada	No listada	NE
Amaranthaceae	<i>Atriplex</i> sp.		1	12	No listada	No listada	NE
Compositae	<i>Baccharis sarothroides</i>	Romerillo	1	12	No listada	No listada	NE
Cactaceae	<i>Cylindropuntia spinosior</i>	Cholla	1	17	No listada	No listada	NE
Leguminosae	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Mezquitillo	1202	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	No listada	No listada	NE
Leguminosae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite	31	1, 2, 3, 8, 9, 10, 13, 14	No listada	No listada	NE
Amaranthaceae	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	49	1, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18	No listada	No listada	NE
Leguminosae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite	8	8	No listada	No listada	NE

LEYENDA:

NOM-059-SEMARNAT-2010: E=Probablemente extinta en el medio silvestre; P=Peligro de Extinción; A= Amenazada; Pr= sujeta a protección especial;

CITES: I=Apéndice I; II=Apéndice II.

IUCN: EX=Extinto; EW=Extinto en Estado Silvestre; CR=Peligro Crítico; EN=En Peligro; VU= Vulnerable; NT=Casi Amenazado; LC=Preocupación Menor; DD=Datos Insuficientes; NE=No Evaluado

Ninguna de las especies observadas en el área del Proyecto está protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estructura vertical de la vegetación

La estructura vertical hace referencia a la distribución de la vegetación desde el nivel del suelo hasta el dosel (González-Medrano, 2004), y permite ubicar las diferentes especies en el nicho ecológico que les corresponde, realizar un diagnóstico sobre la dinámica del ecosistema su el estado de desarrollo. Para abordar este tema, se elaboraron gráficos de las altura promedio de los sitios de muestreo ubicados tanto en el polígono del proyecto como en el SAP con el fin de contrastarlos y tener elementos para determinar sus condiciones (Figura 4.).

Las alturas promedio en el polígono del Proyecto resultaron de entre 50 cm y 100 cm, como es característico de la vegetación de este ecosistema, el estrato dominante es el arbustivo.

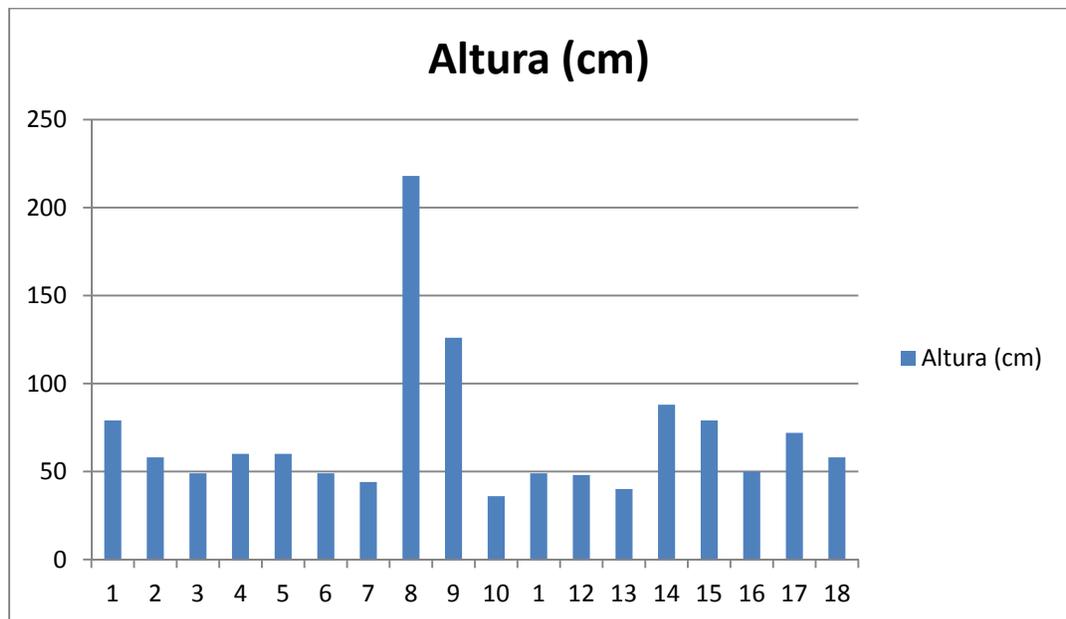


Figura 4.19 *Altura promedio de cada cuadrante muestreado en el polígono del Proyecto*

Índice de Valor de Importancia(IVI)

Considerando la información de los levantamiento realizados para evaluar la estructura de la vegetación, se encontró que las especies más frecuentes son: el Mezquitillo (*Mimosa aculeaticarpa*) y Navajita (*Chondrosium gracile*). La especie dominante del área es el el Mezquitillo con un 214.99, seguido por la Navajita (*Chondrosium gracile*) con 112.12 y en tercer lugar el Mezquite arbustivo (*Prosopis velutina*) con 45.43. La dominancia del Mezquitillo es evidente a lo largo del sitio, ya que estas están presentes en 17 sitios de muestreo. Por otro lado, la especie con menor IVI es la especie arbustiva *Atriplex* sp. con un IVI de 2.72. . En la Tabla y en la Figura 4. se observan los IVIs y el número de individuos de cada especie.

Tabla 4.8 Índice de Diversidad (IVI) de las especies presentes en el polígono del Proyecto

Especie	Índice de Valor de Importancia (IVI)	Número de individuos
<i>Prosopis velutina</i> (arbóreo)	300.00	8
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	214.99	1,202
<i>Chondrosium gracile</i>	112.12	223
<i>Prosopis velutina</i> (arbustivo)	45.43	31
<i>Eragrostis intermedia</i>	37.35	53
<i>Suaeda nigra</i>	31.20	49
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	25.12	30
<i>Bouteloua curtipendula</i>	14.34	21
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	4.48	6
<i>Ambrosia confertiflora</i>	3.59	3
<i>Chloris virgata</i>	3.00	1
<i>Cylindropuntia spinosior</i>	2.88	1
<i>Baccharis sarothroides</i>	2.78	1
<i>Atriplex</i> sp.	2.72	1

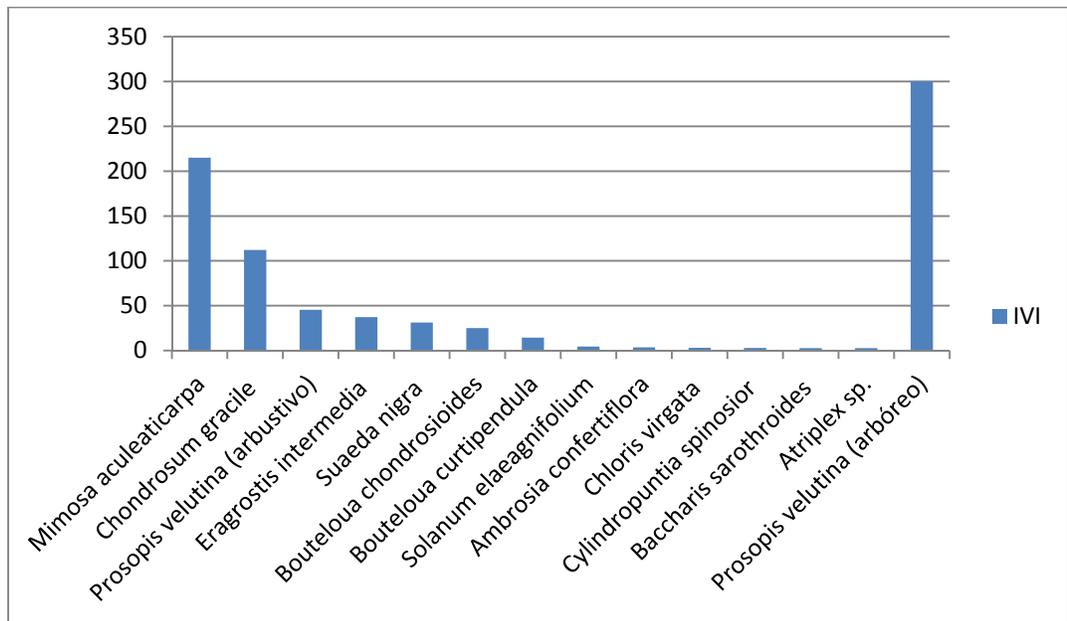


Figura 4.20 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies en los cuadrantes del polígono del Proyecto

El Mezquitillo, la Navajita y el Mezquite arbustivo son las especies con mayor IVI, pero por diferentes razones. Para el caso del Mezquitillo, su alto IVI se debe principalmente a su densidad relativa y dominancia relativa. Los individuos de la Navajita fueron muy abundantes (Densidad relativa). El Mezquitillo y la Navajita se registraron en más de la mitad de los cuadrantes realizados (ver Figura 4.).

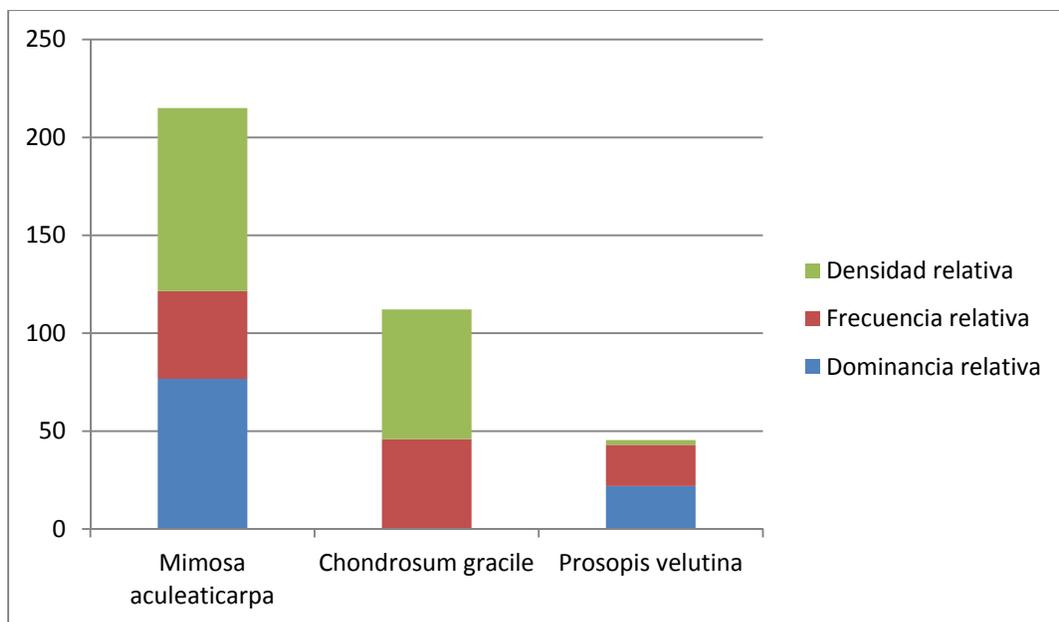


Figura 4.21 Especies con mayor IVI dentro del polígono del Proyecto.

SISTEMA AMBIENTAL PARTICULAR

A partir de la captura y el análisis de datos obtenidos en los 57 cuadrantes del Sistema Ambiental, se encontró un total de 25 especies distintas, agrupadas en 10 familias: Amaranthaceae, Anacardiaceae, Asparagaceae, Cactaceae, Compositae, Cupressaceae, Fagaceae Leguminosae, Poaceae y Solanaceae. En la Tabla 4. se muestran las especies presentes en el área del Proyecto.

Tabla 4.9 Lista de especies en el Sistema Ambiental del Proyecto

Familia	Especie	Nombre común	No. de ejemplares	Ubicación	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES (2013)	IUCN (2012)
Compositae	<i>Ambrosia confertiflora</i>	Chíchibo	47	1, 3, 8	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Bouteloua chondrosioides</i>	Navajita morada	54	16, 20, 22, 24, 36, 53, 57	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderilla	24	3, 4, 28, 39, 42	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Chloris virgata</i>	Zacate lagunero	7	2, 39	No listada	No listada	NE

Familia	Especie	Nombre común	No. de ejemplares	Ubicación	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES (2013)	IUCN (2012)
Poaceae	<i>Chondrosium gracile</i>	Navajita	417	3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 2932, 33, 35, 39, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 53, 56, 57	No listada	No listada	NE
Compositae	<i>Cosmos</i> sp.		9	13, 37, 41	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	715	4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 57	No listada	No listada	NE
Compositae	<i>Ericameria nauseosa</i> var. <i>nauseosa</i>	Chamisa	4	20, 30, 35	No listada	No listada	NE
Amaranthaceae	<i>Salsola kali</i>	Rodadora	3	2	No listada	No listada	NE
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	9	1, 2, 23, 44	No listada	No listada	NE
Asparagaceae	<i>Agave schottii</i>	Maguey	1	22	No listada	No listada	NE
Amaranthaceae	<i>Atriplex</i> sp.		1	24	No listada	No listada	NE
Compositae	<i>Baccharis salicina</i>	Jarilla	24	18, 51	No listada	No listada	NE
Compositae	<i>Baccharis sarothroides</i>	Romerillo	21	17, 18	No listada	No listada	NE
Leguminosae	<i>Calliandra eriophylla</i>	Cósahui del norte	2	22	No listada	No listada	NE
Cactaceae	<i>Cylindropuntia spinosior</i>	Cholla	8	2, 22, 24, 27, 57	No listada	No listada	NE
Compositae	<i>Ericameria nauseosa</i> var. <i>nauseosa</i>	Chamisa	216	3, 11, 12, 31, 34, 35, 36, 51	No listada	No listada	NE

Familia	Especie	Nombre común	No. de ejemplares	Ubicación	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES (2013)	IUCN (2012)
Cupressaceae	<i>Juniperus coahuilensis</i>	Táscate	1	18	No listada	No listada	NE
Leguminosae	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Mezquitillo	901	2, 3, 4, 5, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 42, 43, 44, 48, 49, 51, 56, 57	No listada	No listada	NE
Asparagaceae	<i>Nolina microcarpa</i>	Palmilla	5	24	No listada	No listada	NE
Leguminosae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite	421	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 55, 56	No listada	No listada	NE
Anacardiaceae	<i>Rhus trilobata</i>	Saladito	4	22	No listada	No listada	NE
Amaranthaceae	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	51	3, 4, 6, 12, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 32, 33, 37, 44, 45, 47, 48, 52, 54, 55	No listada	No listada	NE
Leguminosae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite	81	2, 6, 8, 12, 13, 15, 36, 38, 53	No listada	No listada	NE
Fagaceae	<i>Quercus emoryi</i>	Encino bellotero	23	22	No listada	No listada	NE

LEYENDA:

NOM-059-SEMARNAT-2010: E=Probablemente extinta en el medio silvestre; P=Peligro de Extinción; A= Amenazada; Pr= sujeta a protección especial;

CITES: I=Apéndice I; II=Apéndice II.

IUCN: EX=Extinto; EW=Extinto en Estado Silvestre; CR=Peligro Crítico; EN=En Peligro; VU= Vulnerable; NT=Casi Amenazado; LC=Preocupación Menor; DD=Datos Insuficientes; NE=No Evaluado

Ninguna especie encontrada en el SAP está incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estructura vertical de la vegetación

Las alturas promedio en el polígono del Proyecto resultaron de entre 50 cm y 100 cm, como es característico de esta vegetación, salvo en el sitio 22 donde la vegetación predominante se compuso del Encino bellotero alcanzando alturas promedio de 4 m. El estrato dominante es el arbustivo. Los valores de altura dentro del sistema ambiental son similares a aquellos registrados para el polígono del Proyecto.

Índice de Valor de Importancia(IVI)

Considerando la información de los levantamientos realizados para evaluar la estructura de la vegetación, se encontró que las especies más frecuentes son: el Mezquite arbustivo (*Prosopis velutina*) y Mezquitillo (*Mimosa aculeaticarpa*). La especie dominante en el sistema ambiental es el Mezquite con un 122.40, seguido por la Mezquitillo con 99.70 y en tercer lugar el Zacate llanero (*Eragrostis intermedia*) con 94.41. La dominancia del Mezquite es evidente a lo largo del sistema ambiental, ya que estas están presentes en 46 sitios de muestreo. Por otro lado, la especie con menor IVI es la especie arbustiva *Atriplex* sp. con un IVI de 0.882. Cabe mencionar que el Mezquite arbóreo (*Prosopis velutina*) aunque es la especie con mayor IVI (243.26) su presencia está reducida en el sitio del proyecto a 81 individuos y a 14 sitios de muestreo cuando se compara con la especie arbustiva. En la Tabla 4. y en la Figura 4. se observan los IVIs y el número de individuos de cada especie.

Tabla 4.10 Índice de Diversidad (IVI) de las especies presentes en el SAP

Especie	Índice de Valor de Importancia (IVI)	Número de individuos
<i>Prosopis velutina</i> (arbóreo)	243.26	81
<i>Prosopis velutina</i> (arbustivo)	122.40	421
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	99.70	901
<i>Eragrostis intermedia</i>	94.41	715
<i>Chondrosum gracile</i>	67.20	417
<i>Quercus emoryi</i>	56.74	23
<i>Ericameria nauseosa</i> var. <i>Nauseosa</i> (arbustiva)	31.23	216
<i>Suaeda nigra</i>	26.05	51
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	12.20	54
<i>Bouteloua curtipendula</i>	6.49	24
<i>Cylindropuntia spinosior</i>	5.52	8
<i>Ambrosia confertiflora</i>	5.18	47
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	4.40	9
<i>Baccharis salicina</i>	4.40	24
<i>Baccharis sarothroides</i>	4.05	21
<i>Cosmos</i> sp.	3.47	9
<i>Ericameria nauseosa</i> var. <i>Nauseosa</i> (herbácea)	3.08	4
<i>Chloris virgata</i>	2.39	7
<i>Nolina microcarpa</i>	1.35	5
<i>Rhus trilobata</i>	1.34	4

Especie	Índice de Valor de Importancia (IVI)	Número de individuos
<i>Juniperus coahuilensis</i>	1.26	1
<i>Salsola kali</i>	1.16	3
<i>Calliandra eriophylla</i>	0.93	2
<i>Agave schottii</i>	0.886	1
<i>Atriplex</i> sp.	0.882	1

El Mezquite (*Prosopis glandulosa*), el Mezquitillo (*Mimosa aculeaticarpa*) y el Zacate llanero (*Eragrostis intermedia*) son las especies con mayor IVI, sin embargo esto se debe a distintas razones. Para el caso del Mezquite, el alto IVI se debe principalmente a la dominancia relativa de esta especie, al igual que dentro del polígono del Proyecto, esta especie presenta una alta dominancia relativa (cobertura) y frecuencia. Por otro lado los individuos del Mezquitillo presentaron un IVI alto dado a su alta densidad relativa, con un total de 901 individuos. Por último el Zacate llanero presentó igualmente una alta densidad relativa, con un total de 715 individuos (ver Figura 4.).

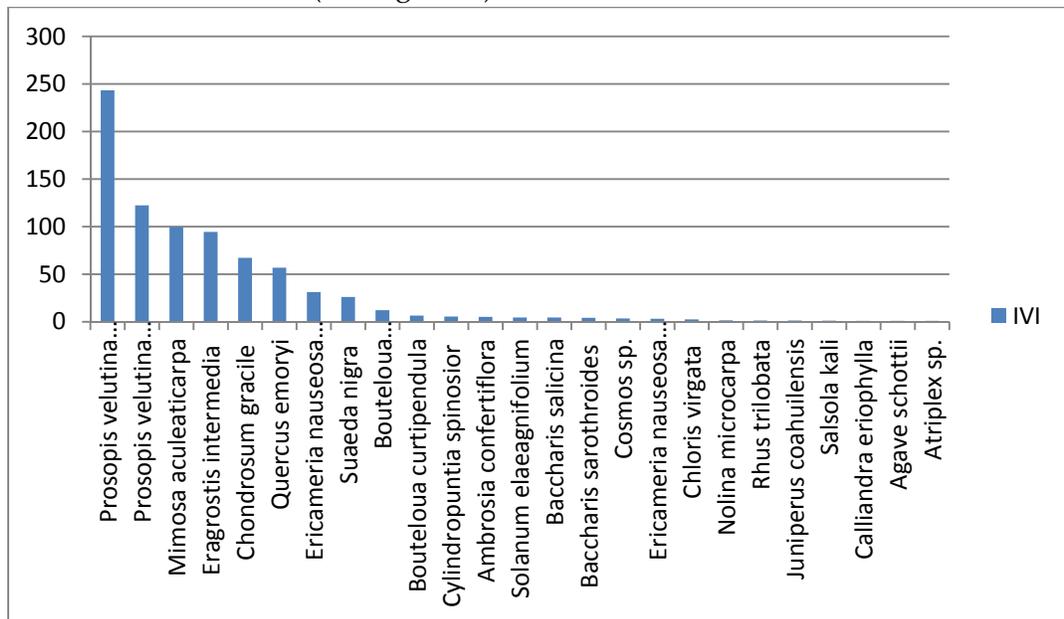


Figura 4.22 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies en los cuadrantes de 50 x 20 m en el SAP.

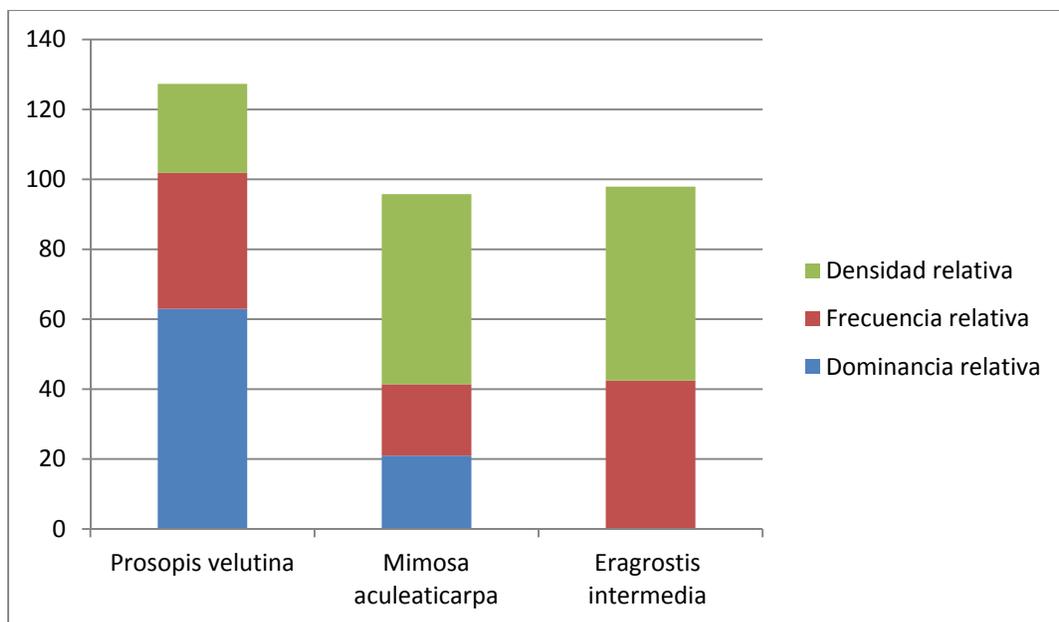


Figura 4.23 *Especies con mayor IVI dentro del SAP.*

Diversidad y Equitatividad del Área del Proyecto y el SAP

El índice de Shannon permite determinar la diversidad de un sitio. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales oscilan entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores más altos (ej., bosques tropicales, arrecifes de coral) o más bajos (ej., algunas zonas desérticas).

La equitatividad (E) se refiere al grado de igualdad de la abundancia entre las especies (medida típicamente por número de individuos). El valor máximo de equitatividad se alcanza cuando todas las especies tienen la misma abundancia (Lara, 2009).

En la Tabla 4.11 se pueden observar los valores de diversidad de los sitios de muestreo dentro del polígono del Proyecto.

Tabla 4.11 *Diversidad de Shannon, Riqueza y Equitatividad de los sitios en el polígono del Proyecto y el Sistema Ambiental*

Unidad de análisis	Estrato	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H' max)	Equidad (J')	Diferencia (H' max- H')
SA	Herbáceo	10	1.167	2.303	0.507	1.136
AP		7	1.083	1.946	0.557	0.862
SA	Arbustivo	13	1.208	2.565	0.471	1.357

Unidad de análisis	Estrato	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')	Diferencia (H'max-H')
AP		6	0.294	1.792	0.164	1.498
SA	Arbóreo	2	0.537	0.693	0.774	0.157
AP		1	0	0	-	0.000

Los valores obtenidos para ambas unidades de estudio, resultaron mayores dentro del Sistema ambiental, principalmente debido a las diferencias presentadas en la riqueza específica de cada una de ellas, lo cual está directamente relacionado con el estado de conservación, siendo las áreas con Pastizal natural dentro del Sistema ambiental las que presentan un menor disturbio, particularmente por las actividades pecuarias que se desarrollan en el área.

Composición Florística

Como resultado de las visitas de campo, se integró el listado florístico del polígono del Proyecto y el SAP encontrando un total de 25 especies, de las cuales 14 se registraron dentro de los límites del Proyecto.

En la Tabla 4. se muestran las especies registradas en los distintos puntos de muestreo y el número de ejemplares registrados. No se encontraron especies listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAP ni en el área del Proyecto.

Tabla 4.5 Lista de especies en el área de estudio

Familia	Especie	Nombre común	No. de ejemplares		Ubicación		NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES (2013)	IUCN (2012)
			Proyecto	SAP	Proyecto	SAP			
Compositae	<i>Ambrosia confertiflora</i>	Chíchibo	3	47	11	1, 3, 8	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Bouteloua chondrosioides</i>	Navajita morada	30	54	1, 10, 13, 15, 17, 18	16, 20, 22, 24, 36, 53, 57	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderilla	21	24	7, 8, 12	3, 4, 28, 39, 42	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Chloris virgata</i>	Zacate lagunero	1	7	1	2, 39	No listada	No listada	NE
Poaceae	<i>Chondrosum gracile</i>	Navajita	223	417	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 35, 39, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 53, 56, 57	No listada	No listada	NE
Compositae	<i>Cosmos</i> sp.			9		13, 37, 41	No listada	No listada	NE

Familia	Especie	Nombre común	No. de ejemplares		Ubicación		NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES (2013)	IUCN (2012)
			Proyecto	SAP	Proyecto	SAP			
Poaceae	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero	53	715	1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 15	4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 57	No listada	No listada	NE
Compositae	<i>Ericameria nauseosa</i> var. <i>nauseosa</i>	Chamisa		4		20, 30, 35	No listada	No listada	NE
Amaranthaceae	<i>Salsola kali</i>	Rodadora		3		2	No listada	No listada	NE
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	6	9	8	1, 2, 23, 44	No listada	No listada	NE
Asparagaceae	<i>Agave schottii</i>	Maguey		1		22	No listada	No listada	NE
Amaranthaceae	<i>Atriplex</i> sp.		1	1	12	24	No listada	No listada	NE
Compositae	<i>Baccharis salicina</i>	Jarilla		24		18, 51	No listada	No listada	NE
Compositae	<i>Baccharis sarothroides</i>	Romerillo	1	21	12	17, 18	No listada	No listada	NE
Leguminosae	<i>Calliandra eriophylla</i>	Cósahui del norte		2		22	No listada	No listada	NE
Cactaceae	<i>Cylindropuntia spinosior</i>	Cholla	1	8	17	2, 22, 24, 27, 57	No listada	No listada	NE

Familia	Especie	Nombre común	No. de ejemplares		Ubicación		NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES (2013)	IUCN (2012)
			Proyecto	SAP	Proyecto	SAP			
Compositae	<i>Ericameria nauseosa var. nauseosa</i>	Chamisa		216		3, 11, 12, 31, 34, 35, 36, 51	No listada	No listada	NE
Cupressaceae	<i>Juniperus coahuilensis</i>	Táscate		1		18	No listada	No listada	NE
Leguminosae	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Mezquitillo	1202	901	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	2, 3, 4, 5, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 42, 43, 44, 48, 49, 51, 56, 57	No listada	No listada	NE
Asparagaceae	<i>Nolina microcarpa</i>	Palmilla		5		24	No listada	No listada	NE
Leguminosae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite	31	421	1, 2, 3, 8, 9, 10, 13, 14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 55, 56	No listada	No listada	NE
Anacardiaceae	<i>Rhus trilobata</i>	Saladito		4		22	No listada	No listada	NE

Familia	Especie	Nombre común	No. de ejemplares		Ubicación		NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES (2013)	IUCN (2012)
			Proyecto	SAP	Proyecto	SAP			
Amaranthaceae	<i>Suaeda nigra</i>	Romerito	49	51	1, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18	3, 4, 6, 12, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 32, 33, 37, 44, 45, 47, 48, 52, 54, 55	No listada	No listada	NE
Leguminosae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite	8	81	8	2, 6, 8, 12, 13, 15, 36, 38, 53	No listada	No listada	NE
Fagaceae	<i>Quercus emoryi</i>	Encino bellotero		23		22	No listada	No listada	NE

LEYENDA:

NOM-059-SEMARNAT-2010: E=Probablemente extinta en el medio silvestre; P=Peligro de Extinción; A= Amenazada; Pr= sujeta a protección especial;

Conclusión sobre la vegetación

Es destacable que, derivado del trabajo de campo, se determinó a través de los índices de completitud que el esfuerzo de campo es suficiente para determinar las especies que conforman el ensamble denominado “Pastizal Natural”, tanto en el Área del Proyecto como en el Sistema Ambiental.

Por otra parte, es importante mencionar que todas las especies reportadas dentro del Área del Proyecto, se encuentran representadas en el Sistema Ambiental.

Se identificó mayor riqueza de especies en el SAP que en el área del Proyecto.

Los valores obtenidos para ambas unidades de estudio, resultaron mayores dentro del Sistema ambiental, principalmente debido a las diferencias presentadas en la riqueza específica de cada una de ellas, lo cual está directamente relacionado con el estado de conservación, siendo las áreas con Pastizal natural dentro del Sistema ambiental las que presentan un menor disturbio, particularmente por las actividades pecuarias que se desarrollan en el área. El mezquite (*Prosopis velutina*) tiene el mayor IVI, específicamente por su uso en la alimentación del ganado doméstico, como material para vivienda y como combustible. Éste, desde el punto de vista ecológico contribuye a la permanencia y estabilidad del suelo y es una de las especies dominantes del pastizal natural (CONABIO, 2014).

4.2.2.2 *Fauna*

Existen pocos estudios limitados a la localidad y se hace referencia a la Sierra Los Ajos, la cual pertenece al Archipiélago Madreño, que está compuesto por más de 40 “Islas del Cielo”. Presenta un gradiente altitudinal que va de los 1,050 a 2,625 msnm y son consideradas como regiones terrestres prioritarias por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2009b). De acuerdo a la bibliografía, en la fauna presente en la Cuenca del Río San Pedro se incluyen 6 especies de anfibios, 29 reptiles, 227 aves y 43 mamíferos. De estas, 2 anfibios, 6 reptiles, 9 aves y 1 mamífero se encuentran bajo protección especial; 4 reptiles, 6 aves y 4 mamíferos, se encuentran amenazadas y 1 reptil y 2 mamíferos se encuentran en peligro de extinción, con base en el riesgo de extinción de las especies reportado en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El listado especies potenciales de fauna se encuentra en el Anexo 4.2.

Métodos utilizados para el muestreo

En esta sección se describe la metodología y los resultados obtenidos en los trabajos de campo mencionados para los grupos de fauna, tales como mamíferos, reptiles y aves.

Las comunidades faunísticas constituyen un recurso natural sumamente importante. Dichas comunidades son excelentes indicadores de las condiciones ambientales de un determinado ámbito geográfico. De acuerdo a esto, la evaluación de la fauna silvestre se realiza atendiendo tres objetivos principales:

- Seleccionar un grupo faunístico que describa la estabilidad (o desequilibrio) ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto o la actividad, con el fin de obtener indicadores biológicos que permitan conocer la calidad ambiental de la zona.
- Identificar las especies con algún régimen de protección derivado de la normatividad nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010) o internacional (CITES y UICN), con el fin de conocer el tipo de organismos que se desarrollan en la zona y las condiciones en que se encuentran sus poblaciones.
- Identificar aquellas especies que podrían ser afectadas por el establecimiento del proyecto.

Para propósitos del presente estudio, se eligió a los vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) como el grupo faunístico “indicador” de la calidad ambiental del SAP, dado que exhibe el menor número de limitantes ocasionadas por las dificultades taxonómicas inherentes al grupo, escalas espaciales de su distribución o su estacionalidad, atributos que facilitan el cumplimiento de los objetivos planteados anteriormente para la evaluación de la fauna silvestre.

El muestreo de fauna se desarrolló durante 10 días efectivos en campo (5 en predio y 5 en SAP), en los cuales se realizaron 26 recorridos en transectos diurnos, 10 en el área del Proyecto y 13 en el área del SAP. Cada transecto tuvo una longitud aproximada de 300 m. Cabe mencionar que durante los recorridos se georrefirieron todos los rastros observados de los cuatro grupos de fauna, así como los sitios elegidos para el muestreo dirigido.

Anfibios

Para el registro de anfibios, se realizó un muestreo dirigido, en el cual se eligieron sitios con cuerpos de agua, donde se buscaron indicios de las especies, sin embargo, no se observó algún individuo.

Reptiles

En el caso de los reptiles, se identificaron sitios adecuados para su presencia en los mismos transectos de mamíferos y se delimitaron cuadrantes de 50m² aproximadamente, en los cuales se removieron rocas, hojarasca y troncos que pudieran ser ocupados como madriguera. Las especies registradas fueron capturadas con la mano cuando fue posible, posteriormente, se fotografiaron y liberaron en el mismo lugar, fueron identificadas con base en Lemos-Espinal (2016).

Aves

Para las aves, con la finalidad de sistematizar el muestreo, se utilizaron los mismos transectos de los mamíferos y se definieron sitios de observación, los cuales se caracterizaron por tener cierta cobertura de arbustos que permitiera la visibilidad. La observación tuvo una duración de entre 40 y 60 minutos entre las 7:00 y 11:00 am, dependiendo de las condiciones del tiempo y de la presencia de especies. Las especies observadas fueron identificadas con la ayuda de las guías de campo de aves Peterson (2000), Robbins et al. (1966) y Sibley (2000).

Mamíferos

Para los mamíferos se registraron e identificaron los rastros (huellas y excretas) observados sobre la línea de la caminata. Cada registro se consideró perteneciente a 1 individuo, a menos que pudieran reconocerse diferencias entre excretas y huellas, en el caso de letrinas comunales. Se colocaron 12 estaciones olfativas para carnívoros, cebadas con sardina y atún, separadas 100 m entre ellas, las cuales permanecieron activas 36 horas. En los sitios en los que se observó actividad de roedores y mamíferos pequeños, se colocaron 10 trampas Sherman separadas 5 m entre ellas, cebadas con avena, crema de cacahuete y vainilla. Los individuos capturados se identificaron y fueron liberados en el lugar donde se encontraron. De igual manera, se colocaron dos trampas cámara en sitios en los que se observó actividad reciente de mamíferos con la finalidad de captar sus movimientos. Cada cámara permaneció activa durante 36 horas. Los rastros fueron identificados con base en los criterios de Aranda (2012) y la identificación taxonómica se tomó de Ceballos y Oliva (2005).

Resultados del levantamiento de fauna

ÁREA DEL PROYECTO

Se realizaron 26 recorridos en 10 transectos diurnos. Cada transecto tuvo una longitud aproximada de 300 m. Cabe mencionar que durante los recorridos se feorrefirieron todos los rastros observados de los cuatro grupos de fauna, así como los sitios elegidos para el muestreo dirigido. Al igual que en el caso anterior que no se definió algún rumbo a seguir.

Tabla 4.13 *Ubicación de los transectos y sitios elegidos en el área del predio*

Transecto	ID	X	Y
1	Inicial	588833	3439638
	Final	588567	3439668
2	Inicial	589825	3439589
	Final	589546	3439317
3	Inicial	591401	3439606
	Final	591256	3439348
4	Inicial	589007	3437995
	Final	589120	3438271
5	Inicial	589120	3438271
	Final	589159	3438570
6	Inicial	588911	3438794
	Final	588536	3438969
7	Inicial	588536	3438969
	Final	588291	3438772
8	Inicial	592067	3438976
	Final	592091	3439000
9	Inicial	589878	3439955
	Final	589603	3440076
10	Inicial	589603	3440076
	Final	589317	3440151
Jagüey	Jagüey	589816	3439712

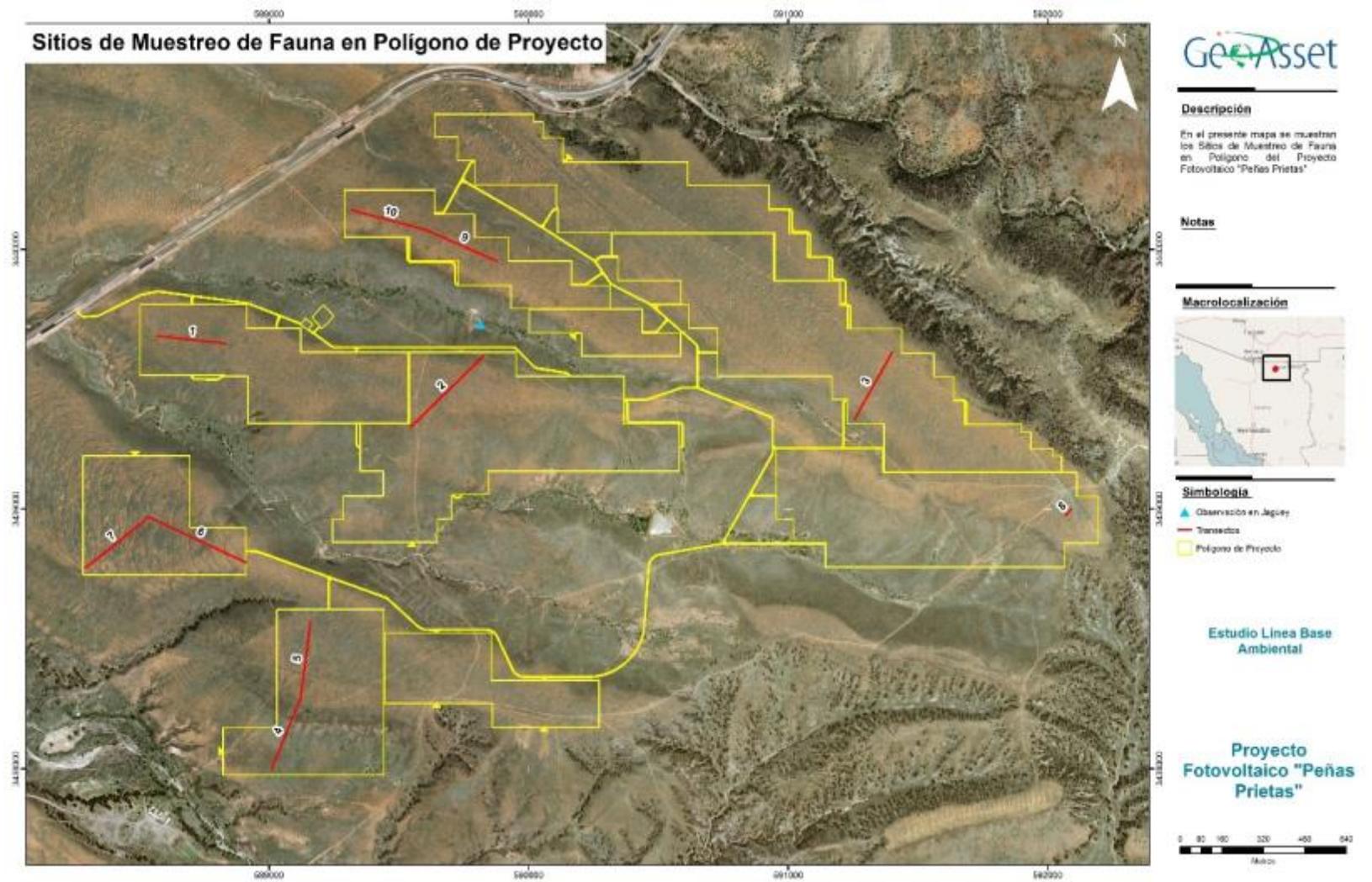


Figura 4.24 Transectos de muestreo para el el área del proyecto

Se obtuvieron registros de las Clases Aves, Mammalia y Reptilia. No se obtuvo registro de ningún representante de la Clase Amphibia. Tanto los reptiles como los anfibios, son especies ectotérmicas, es decir, su temperatura corporal deriva de la temperatura del ambiente, por lo que muestran una alta dependencia a ciertos microhábitats para la termorregulación. La temperatura y la radiación son factores determinantes en los ritmos de actividad de los reptiles, especialmente en zonas frías, mientras que para los anfibios la humedad relativa juega quizá el papel predominante (Manzanilla y Péfaur, 2000), por lo que generalmente esperan la temporada de lluvias para hacerse visibles y comenzar con su ciclo reproductivo, una vez que comienza la temporada seca, se quedan enterrados en sus refugios, hibernando, lo que hace más complicado su avistamiento. Se obtuvieron en total 182 registros, de los cuales 3 fueron de reptiles, 124 de aves y 55 de mamíferos, a través de la identificación de excretas (E), huellas (H) y avistamiento (A) (Anexo 4.3).

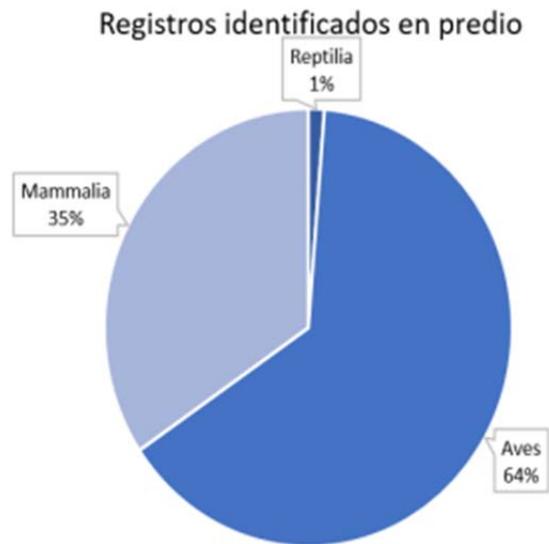


Figura 4.25 Representación gráfica del total de registros encontrados en el predio.

En cuanto a la diversidad obtenida, se identificaron 19 especies presentes solo en el predio solicitado para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. De estas, de la Clase Aves se identificaron 15 especies que pertenecen a 4 órdenes y 9 familias. Las especies *Cyrtonyx montezumae* y *Parabuteo unicinctus* se encuentran bajo Protección Especial. Asimismo, de la Clase Mammalia, se identificaron 2 especies pertenecientes a 2 órdenes y 2 familias y por último, de la Clase Reptilia, se registraron 2 especies pertenecientes al mismo orden y a 2 familias. En la Figura 4.26 se muestra gráficamente el número de especies representadas en las familias que se identificaron.

Por otro lado, se registraron 12 especies compartidas con el SAP, es decir, que se encuentran en ambas zonas de estudio, de las cuales, de la Clase Aves, 6 pertenecen a 2 órdenes y a 6 familias y de la Clase Mammalia, 6 pertenecen a 2 órdenes y a 4 familias. Entre las especies presentes tanto en el predio como en el SAP, se encuentra *Vulpes macrotis*, categorizada como Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

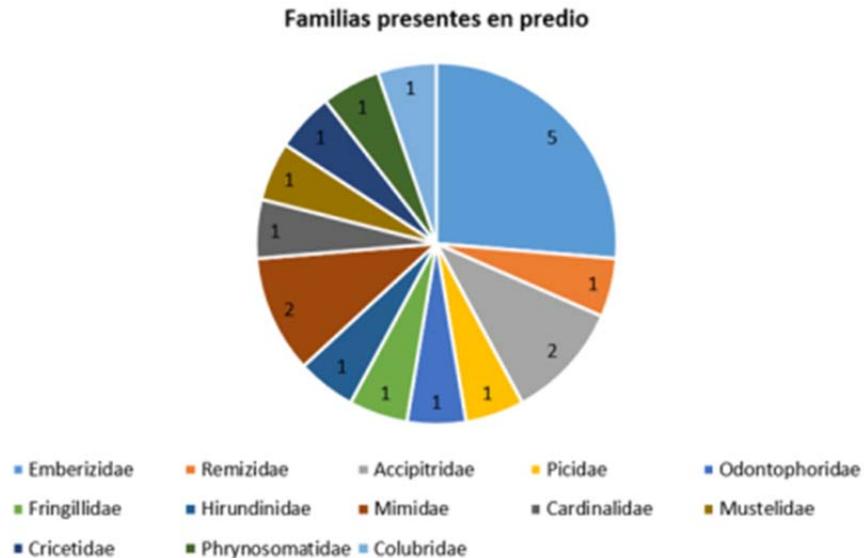


Figura 10 Representación gráfica de las familias representadas únicamente en el predio, (el número al interior refiere al número de especies correspondientes a la familia).

Tabla 4.14 Listado de especies registradas en el predio. Se marcan con * las especies que se registraron en las dos zonas de estudio.

Familia	Especie	Nombre común	NOM 059
Clase Aves			
Emberizidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	gorrión coronirrufo	
Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	moscón balconito	
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	aguililla cola roja	
Picidae	<i>Colaptes auricularis</i>	carpintero cabecigris	
Corvidae	<i>Corvus cryptoleucus*</i>	cuervo llanero	
Odontophoridae	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	codorniz arlequín	Pr

Familia	Especie	Nombre común	NOM 059
Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i> *	alondra cornuda	
Falconidae	<i>Falco columbarius</i> *	halcón esmerejón	
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	gorrión mexicano	
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	golondrina común	
Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i> *	verdugo	
Emberizidae	<i>Melospiza melodia</i> *	gorrión cantor	
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	cenzontle común	
Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	aguililla rojinegra	Pr
Cardinalidae	<i>Piranga ludiviciiana</i>	piranga aliblanca	
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i> *	mosquero cardenal	
Emberizidae	<i>Spizella passerina</i> *	pinzón cantor	
Icteridae	<i>Sturnella neglecta</i> *	pradero gorjeador	
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	cuitlacoche	
Clase Mammalia			
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i> *	cacomixtle	
Canidae	<i>Canis latrans</i> *	coyote	
Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i> *	zorrillo cadeno	
Leporidae	<i>Lepus californicus</i> *	liebre cola negra	
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	comadreja común	
Leporidae	<i>Sylvilagus</i> sp*	conejo	
Canidae	<i>Vulpes macrotis</i> *	zorrita del desierto	A
Clase Reptilia			
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus slevini</i>	lagartija del zacate	

Familia	Especie	Nombre común	NOM 059
Colubridae	<i>Sonora semiannulata</i>	serpiente anillada	

Estimadores de riqueza y completitud del muestro

Los valores obtenidos de completitud, para los grupos faunísticos encontrados en el SAP demuestran que la cantidad de muestras realizadas durante la fase de campo, es representativa, lo que permite, posteriormente llevar a cabo el procesamiento de la información para determinar los índices de diversidad.

Parámetros poblacionales e índices de diversidad

Solo se registraron dos especies de reptiles, la lagartija *Sceloporus slevini* presentó la mayor abundancia con dos observaciones. Por otro lado, de las 17 especies de Aves, la más abundante fue *Spizella passerina*, seguido de *Aimophila ruficeps* y *Eremophila alpestris*, con 80 y 9 individuos, respectivamente. De las siete especies registradas de mamíferos, las más abundantes fueron *Lepus californicus*, con 35 individuos, seguido de *Canis latrans* y *Sylvilagus sp*, con 8 individuos cada uno. En cuanto a la frecuencia, la lagartija *Sceloporus slevini* se registró en dos sitios de muestreo. Por otro lado, las especies de aves que se registraron en dos sitios de muestreo fueron *Buteo jamaicensis*, *Eremophila alpestris* y *Spizella passerina*. Los mamíferos *Lepus californicus*, *Canis latrans* y *Sylvilagus sp*, fueron las especies con mayor ocurrencia durante el muestreo.

Tabla 4.15 Parámetros poblacionales de las especies identificadas en el predio.

Especie	1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	9P	10P	Frecuencia	Abundancia	Abundancia relativa
Clase Reptilia													
<i>Sceloporus slevini</i>						1			1		2	2	0.667
<i>Sonora semiannulata</i>			1								1	1	0.333
Clase Aves													
<i>Aimophila ruficeps</i>	9										1	9	0.073
<i>Auriparus flaviceps</i>	2										1	2	0.016
<i>Buteo jamaicensis</i>						2	1				2	3	0.024
<i>Corvus cryptoleucus</i>						1					1	1	0.008
<i>Cyrtonix montezumae</i>							3				1	3	0.024
<i>Eremophila alpestris</i>		6	3								2	9	0.073
<i>Falco columbarius</i>			1								1	1	0.008
<i>Haemorhous mexicanus</i>	2										1	2	0.016
<i>Hirundo rustica</i>		3									1	3	0.024
<i>Mimus polyglottos</i>	1										1	1	0.008
<i>Parabuteo unicinctus</i>							1				1	1	0.008
<i>Colaptes auricularis</i>						1					1	1	0.008
<i>Piranga ludiviciiana</i>	2										1	2	0.016
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1										1	1	0.008
<i>Spizella passerina</i>		20	60								2	80	0.645
<i>Sturnella neglecta</i>			4								1	4	0.032
<i>Toxostoma curvirostre</i>						1					1	1	0.008
Clase Mammalia													
<i>Bassariscus astutus</i>		1									1	1	0.018
<i>Canis latrans</i>	1	1	4			1				1	5	8	0.145
<i>Conepatus leuconotus</i>		1									1	1	0.018
<i>Lepus californicus</i>	1	5	7	7	3	1		2	5	4	9	35	0.636
<i>Mustela frenata</i>		1									1	1	0.018
<i>Sylvilagus sp</i>	3			2			1			2	4	8	0.145
<i>Vulpes macrotis</i>						1					1	1	0.018

Como ya se mencionó, se registraron dos especies de reptiles solo en el Área del Proyecto, lo que arrojó una diversidad máxima de .693, mientras que el índice de Shannon-Weiner arrojó un valor de .6365. El valor del índice de Pielou indica que las abundancias registradas fueron equitativas.

En cuanto a los índices de diversidad, la Clase Aves presentó una diversidad máxima (H' max) de 2.8, mientras que el índice de Shannon-Wiener fue de 1.5, por lo cual, se esperaría mayor riqueza específica de la reportada. Por otro lado, el índice de Pielou indica que la representatividad de las especies en los sitios de muestreo es equitativa.

En cuanto a la Clase Mammalia, la diversidad máxima (H' max), arrojó un valor de 1.9, mientras que el índice de diversidad de Shannon-Wiener fue de 1.1, lo que indica que también se esperaría un mayor número de especies; no obstante, la representatividad en los sitios de muestreo fue equitativa de acuerdo al índice de Pielou (J').

Tabla 4.16 *Índices de diversidad de aves y mamíferos en el predio*

	Riqueza	índice de Shannon	Equidad	H' max
Reptiles	2	.6365	.918	.693
Aves	17	1.516	0.535	2.833
Mamíferos	7	1.140	0.586	1.946

SISTEMA AMBIENTAL PARTICULAR

Se realizaron 13 transectos en el SAP, de los cuales a continuación se muestran los puntos de inicio de cada uno, así como los sitios elegidos para el registro de las diferentes especies, como parte del método de muestreo dirigido (Tabla 4.). Cabe mencionar que no se definió algún rumbo a seguir, con la finalidad de hacer más versátil el muestreo.

Tabla 4.17 *Coordenadas de Transectos recorridos para el SAP*

Rasgo	ID	Coordenadas UTM			
		Iniciales		Finales	
		X	Y	X	Y
Transecto	1C	586628	3446250	586854	3446049
Transecto	2C	586366	3445248	586891	3445659
Transecto	3C	586583	3444287	586870	3444202

Rasgo	ID	Coordenadas UTM			
		Iniciales		Finales	
		X	Y	X	Y
Transecto	4C	588777	3437289	588823	3437431
Transecto	5C	588303	3437944	588403	3437991
Transecto	6C	592252	3439089	592401	3438936
Transecto	7C	592434	3438879	592588	3438618
Transecto	8C	592607	3438592	592779	3438208
Transecto	9C	592791	3438103	592498	3437927
Transecto	10C	592400	3437855	592917	3439695
Transecto	11C	592264	3439144	592842	3439769
Transecto	12C	593078	3439694	593491	3439364
Transecto	13C	593482	3439326	592117	3439083
Jagüey 1	3	593434	3439418		
Cam 1	6	592917	3439695		
Cam 2	7	593137	3439178		
Arroyo	1	592091	3438777		
Sherman 1	Sherman 1	592063	3439073		

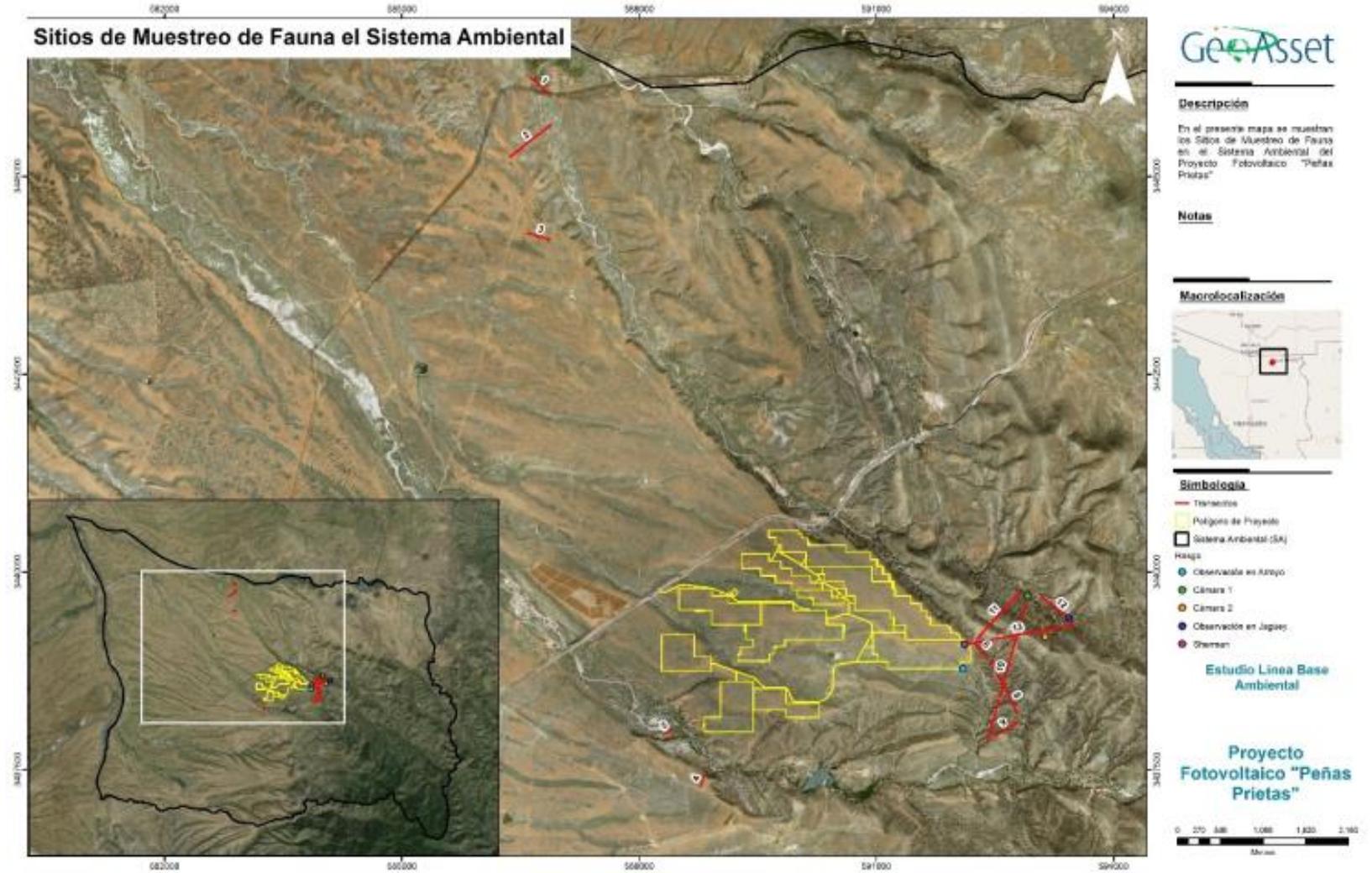


Figura 11 Transectos de muestreo para el SAP

En el SAP se obtuvieron registros de las Clases *Aves*, *Mammalia* y *Reptilia*. No se obtuvo registro de ningún representante de la Clase *Amphibia*. En total fueron 354 registros, de los cuales 2 fueron de reptiles, 140 de aves y 212 de mamíferos, a través de la identificación de excretas (E), huellas (H), avistamiento (A), aullidos (S), marcas de orina (O), madriguera (M) y echaderos (Ec)(Anexo 4.3).

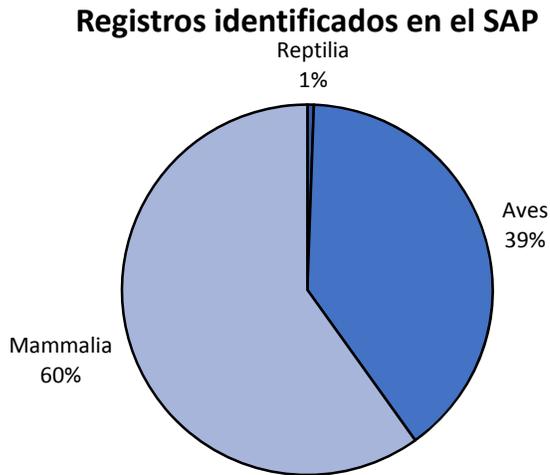


Figura 12 Representación gráfica del total de registros encontrados en el SAP

En cuanto a la diversidad obtenida, se identificaron 20 especies presentes solo en el SAP. De estas, de la Clase *Aves* se identificaron 11 especies que pertenecen a 7 órdenes y 10 familias. Las especies *Asio flameus* y *Buteo swainsoni* se encuentran bajo Protección Especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, de la Clase *Mammalia* se identificaron 8 especies pertenecientes a 4 órdenes y 5 familias y por último, de la Clase *Reptilia*, se registró una especie perteneciente al Orden *Squamata*, Familia *Phrynosomatidae* (Tabla 4.). En la figura 5 se muestra gráficamente el número de especies representadas en las familias que se identificaron.

Tabla 4.18 Listado de especies registradas en el SAP

Familia	Especie	Nombre común	NOM 059
Clase Aves			
Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla langostera	Pr
Accipitridae	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	-

Familia	Especie	Nombre común	NOM 059
Anatidae	<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	-
Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos	-
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halcón cernícalo	-
Emberizidae	<i>Oriturus superciliosus</i>	Gorrión cachetioscuro serrano	-
Paridae	<i>Baeolophus wollweberi</i>	Carbonero embridado	-
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común	-
Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero llanero	-
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verdosa	-
Strigidae	<i>Asio flameus</i>	Búho campestre	Pr
Clase Mammalia			
Cervidae	<i>Odocoileus hemionus</i>	Venado bura	-
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	-
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	-
Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	-
Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	-
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón	-
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	-
Clase Reptilia			
Phrynosomatidae	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija sorda	-

Especies representadas en el SAR

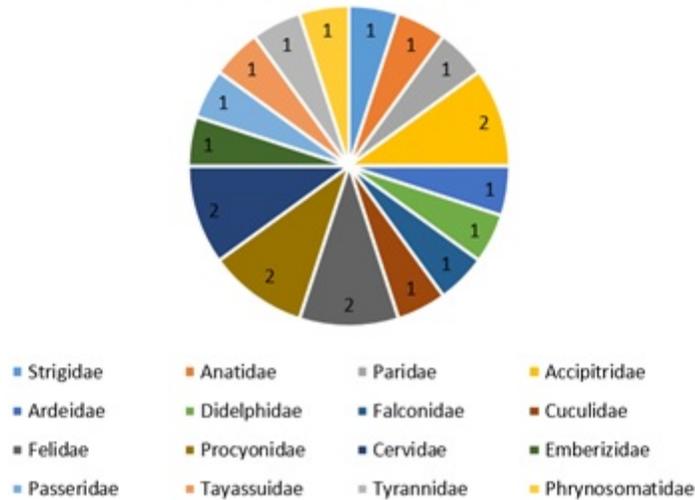


Figura 13 Representación gráfica de las familias representadas en el SAP (el número al interior refiere el número de especies correspondientes a la familia)

Estimadores de riqueza y completitud del muestreo

Del análisis del muestreo en el SAP, elaborado en el programa EstimateS, se obtuvieron los valores de los estimadores de riqueza de especies, a partir de los cuales se calculó la completitud. Cabe aclarar que, aunque se realizaron las estimaciones para la Clase *Reptilia*, solo se registró una especie, lo cual no permite analizar adecuadamente la información, pues las extrapolaciones se basan en la abundancia y frecuencia registradas

Los valores obtenidos de completitud, para los grupos faunísticos encontrados en el SAP demuestran que la cantidad de muestras realizadas durante la fase de campo, es representativa, lo que permite, posteriormente llevar a cabo el procesamiento de la información para determinar los índices de diversidad.

Estimación de parámetros poblacionales e índices de diversidad en el SAP

Se estimaron los parámetros poblacionales e índices de diversidad para la Clase *Aves* y *Mammalia*, para la Clase *Reptilia* sólo estimaron los parámetros poblacionales debido a la poca cantidad de registros.

En cuanto a la abundancia, solo se registró una especie de reptil, la lagartija *Urosaurus bicarinatus*, por lo que tuvo la máxima abundancia. De la Clase *Aves*, las especies más abundantes fueron *Melospiza melodía*, con 55 individuos y *Spizella passerina*, con 21 individuos. Le siguieron *Passer domesticus* y *Aythya collaris*, con 12 y 10 individuos, respectivamente. Por otro lado, de la Clase *Mammalia*, las

especies más abundantes fueron *Odocoileus virginianus*, con 49 individuos, *Canis latrans*, con 35 individuos y *Nasua narica*, con 33 individuos.

En cuanto a la frecuencia, la lagartija *Urosaurus bicarinatus*, se registró 2 veces en el mismo sitio de muestreo. Por otro lado, las aves con mayor frecuencia de aparición fueron *Corvus cryptoleucus*, en 4 sitios de muestreo y *Spizella passerina*, en 3 sitios de muestreo. Los mamíferos con mayor frecuencia fueron *Sylvilagus sp* y *Canis latrans*, en 10 y 9 sitios de muestreo, respectivamente (Tabla 4.).

Tabla 4.19 Parámetros poblacionales de las especies identificadas en el SAP

Especie	Transecto													Frecuencia	Abundancia	Abundancia relativa	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Clase Reptilia																	
<i>Urosaurus bicarinatus</i>												2			1	2	1
Clase Aves																	
<i>Asio flameus</i>			1												1	1	0.007
<i>Aythya collaris</i>											10				1	10	0.071
<i>Buteo swainsoni</i>											1				1	1	0.007
<i>Butorides virescens</i>											3				1	3	0.021
<i>Circus cyaneus</i>										1					1	1	0.007
<i>Corvus cryptoleucus</i>	1	1	2											1	4	5	0.036
<i>Eremophila alpestris</i>		3											3		2	6	0.043
<i>Falco columbarius</i>			2												1	2	0.014
<i>Falco sparverius</i>	2														1	2	0.014
<i>Geococcyx californianus</i>					2										1	2	0.014
<i>Lanius ludovicianus</i>	1									1					2	2	0.014
<i>Melospiza melodia</i>					55										1	55	0.393
<i>Oriturus superciliosus</i>	8														1	8	0.057
<i>Baeolophus wollweberi</i>						1									1	1	0.007
<i>Passer domesticus</i>	12														1	12	0.086
<i>Pyrocephalus rubinus</i>					2										1	2	0.014
<i>Sayornis nigricans</i>	3					1									2	4	0.029
<i>Spizella passerina</i>	3					8				10					3	21	0.150
<i>Sturnella neglecta</i>						1				1					2	2	0.014
Clase Mammalia																	
<i>Bassariscus astutus</i>					1	2	1		2	1	4	8			7	19	0.090
<i>Canis latrans</i>	8	1	1	1	5		4	2			7	5	1		10	35	0.165

Especie	Transecto													Frecuencia	Abundancia	Abundancia relativa	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
<i>Conepatus leuconotus</i>								1	1						2	2	0.009
<i>Didelphis virginiana</i>											1	1			2	2	0.009
<i>Lepus californicus</i>		1	2	1				1	1	2				1	7	9	0.042
<i>Lynx rufus</i>	1				1		1					2	2	1	6	8	0.038
<i>Nasua narica</i>						3	1		3	2	11	10	3	7	33	0.156	
<i>Odocoileus hemionus</i>									1				8	2	9	0.042	
<i>Odocoileus virginianus</i>				3		6	1	11	8	10	7		3	8	49	0.231	
<i>Procyon lotor</i>					1							1		2	2	0.009	
<i>Puma concolor</i>							1							1	1	0.005	
<i>Sylvilagus sp</i>				7	3	2	1	1		2	4	3	3	9	26	0.123	
<i>Pecari tajacu</i>												1		1	1	0.005	
<i>Vulpes macrotis</i>	1		2			1						2	9	1	6	16	0.075

En cuanto a los índices de diversidad, la Clase *Aves* presentó una diversidad máxima (H' max) de 2.944, mientras que el índice de Shannon-Wiener fue de 2.158, por lo cual, se esperaría mayor riqueza específica de la reportada en el SAP; sin embargo, de acuerdo a la equidad, las abundancias reportadas son adecuadas, pues el valor expresa que la representatividad de las especies en los sitios de muestreo es equitativa.

En cuanto a la Clase *Mammalia*, la diversidad máxima (H' max), arrojó un valor de 2.639, mientras que el índice de diversidad de Shannon-Wiener fue de 2.168, lo que indica que también se esperaría un mayor número de especies en el SAP; no obstante, la representatividad en los sitios de muestreo fue equitativa, de acuerdo al índice de Pielou (J') (Tabla 4.).

Tabla 4.20 *Índices de diversidad de aves y mamíferos en el SAP*

	Riqueza (S)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Diversidad máxima (H' max)	Índice de Pielou (J')
Reptiles	1			
Aves	19	2.158	2.944	0.733
Mamíferos	14	2.168	2.639	0.822

4.2.2.3 Conclusión sobre la fauna

De acuerdo con lo observado en campo y a los parámetros de diversidad estimados, se concluye que, de manera general, el sistema ambiental se encuentra aún en estado adecuado de conservación. Los parámetros poblacionales de cada grupo y sus índices de diversidad indican que el muestreo es representativo y equitativo, aunque se esperaría mayor riqueza de especies.

De manera particular, del grupo de los anfibios, no se encontró ningún individuo debido a la temporada en la que se realizó el muestreo, ya que es un grupo que depende casi en su totalidad de la humedad relativa, por lo que en la temporada de invierno, se entierran en sus refugios hasta que comienza la temporada de lluvias, en la que se hacen visibles para comenzar con su ciclo de reproducción (Manzanilla, 2000). Lo mismo pasa con los reptiles, pues dependen de la temperatura del ambiente para regular su temperatura corporal, por lo que, en invierno, su avistamiento se hace más difícil.

En el SAP se identificaron las siguientes especies de aves, *Asio flameus* y *Buteo swainsoni* que se encuentran bajo Protección Especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, entre las especies presentes tanto en el predio como en el SAP, se encuentra *Vulpes macrotis*, categorizada como Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con los estimadores de riqueza, el muestreo fue adecuado y puede considerarse como referencia para la evaluación de la calidad del hábitat.

4.2.3 Paisaje

El paisaje es la percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas, es decir, el complejo de interrelaciones derivadas de la interacción de rocas, agua, aire, plantas y animales. El paisaje también es el escenario de las actividades humanas, por tanto determina de alguna manera las costumbres de los habitantes de una zona¹. Constituye un recurso debido a los valores estéticos, culturales y educativos que posee. La interpretación del paisaje depende de la percepción del entorno. La percepción tiene una serie de elementos básicos, que son: paisaje (composición de formas naturales y antrópicas) visibilidad, observador e interpretación.

Para abordar la descripción del paisaje en el SAP se definieron, con base en la presencia/ausencia de elementos paisajísticos característicos, los siguientes paisajes elementales.

- Manejo agrícola, pecuario y forestal
- Vegetación de pastizal natural

Posteriormente se evaluaron cada una de las unidades paisajísticas encontradas de acuerdo con las siguientes variables (Tabla 4.):

Tabla 4.21 Variables de las unidades paisajísticas

Calidad visual (CV)	Valoración estética y ecológica del grado de alteración de una zona, así como la importancia o valor visual de la misma.
Fragilidad visual (FV)	Susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él. Está en función de la respuesta del paisaje a variables en los gradientes de: topografía, vegetación, temperatura, humedad y suelos. Un factor adicional a esta variable se impone por disturbios, interacciones bióticas y el uso de suelo.
Visibilidad (V)	Es la susceptibilidad de una zona o escena a ser contemplada y se determina a partir de las cuencas visuales ² , los núcleos urbanos y está en función de la distancia.

Fuente: Montoya et al. 2002; Turner et al., 1991; Martínez, 2003

¹ Díaz Pineda F. et al.1973. Terrestrial ecosystem adjacent to large reservoirs. Eco-survey and diagnosis. Cit. en: González B. F. 1981. Ecología y Paisaje. H. Blume Ediciones. Madrid p. 3

²Es la zona susceptible de observación, a partir de puntos de acceso o permanencia como carreteras o centros urbanos con límites radiales de 4 km (Martínez, 2003). Además en esta sección se consideran también los caminos rurales existentes y las áreas recreativas y laborales que se localizan en el campo.

La valoración de la calidad visual, fragilidad visual y visibilidad, fueron empleados para calcular la Calidad Visual Vulnerable (CVV) del paisaje, misma que sirve de indicador integral de la sensibilidad del paisaje ante los cambios producidos por el Proyecto (Carabelli, 2002). Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4.22 *Evaluación de calidad visual, fragilidad visual y visibilidad del paisaje*

Tipo De Paisaje	Calidad Visual	Fragilidad Visual	Visibilidad
Zonas agrícolas, pecuario y forestal	Baja	Baja	Baja
Vegetación pastizal natural	Media	Media	Media
Promedio	Media	Media	Baja

Fuente: ERM, 2016

Tabla 4.23 *Resultados de la calidad visual vulnerable*

Unidad Paisajística	Calidad Visual Vulnerable (CVV)
	Categoría
Zonas agrícolas, pecuario y forestal	Baja
Vegetación pastizal natural	Media
Promedio	Media

Fuente: ERM, 2015

4.2.3.1 Conclusiones

En términos generales el predio donde se desarrollará el Proyecto son terrenos de vegetación de pastizal natural que presenta una calidad paisajística con un valor estético medio; el Proyecto impactará la calidad visual del sitio con la instalación de los paneles solares, sin embargo el área ya cuenta con alteraciones en las cercanías debido a la presencia de una subestación eléctrica de la CFE y a líneas de transmisión eléctrica que corren en paralelo a la carretera No. 2 tramo Cananea - Agua Prieta. Además de la presencia de carreteras.

Se puede observar que a partir del análisis de Calidad Visual Vulnerable para las diferentes unidades paisajísticas (UP), éstas presentan en promedio CVV media. En el caso del pastizal natural se obtuvo una CVV media-media, lo que significa que aun siendo áreas en un estado ya alterado por actividades antrópicas en cuanto al tipo de vegetación presente, son las que presentan valor estético y ecológico considerable.

La planta solar fotovoltaica se localizará a unos 23km al Noreste de la ciudad de Cananea, Municipio Cananea, en el estado de Sonora, sobre el kilómetro 58 de la carretera Núm. 2 tramo Cananea - Agua Prieta, por lo que de acuerdo a las características del terreno se aprecia una vegetación arbustiva baja por lo que el Proyecto podría verse de las carreteras.

A pesar de las modificaciones permanentes, se pueden aplicar medidas de manejo que contribuyan a que la ejecución del Proyecto armonice con las UP existentes en el SAP en todas sus etapas restantes

4.2.4 Medio Socioeconómico

El análisis del medio socioeconómico de un lugar resulta indispensable cuando se pretende iniciar un proyecto, pues se dará lugar a actividades que se traducen en cambios en la situación de la población que habita el lugar. Por lo tanto es necesario conocer el estado del medio socioeconómico para posteriormente evaluar en qué medida la implementación de un proyecto influenciará las condiciones de vida de los pobladores de un lugar.

La superficie de Cananea representa el 0.21% del territorio Nacional y el 2.2% del territorio del estado de Sonora. Este cuenta con una densidad poblacional de 14.22 hab/km².

Indicadores demográficos

Composición por edad y sexo

En el municipio de Cananea hay una población total de 35,892 personas; en esta población la relación hombres- mujeres es de 49.4% hombres y de 50.6 de mujeres, lo cual indica que hay un balance en la población respecto a su género. La 54.9% de la población tiene menos de 30 años de edad y existe 56.9% de población en edad de dependencia productiva (COESPO, 2015).

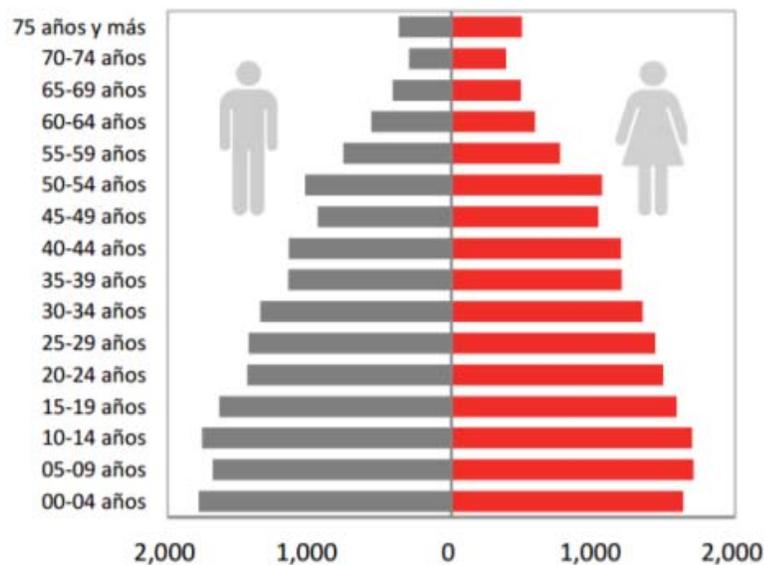


Figura 4.30 Estructura poblacional Cananea (COESPO, 2015).

Fecundidad y mortalidad

De acuerdo a INEGI (Sonora), 2013 a lo largo de la vida, las mujeres entre 15 y 19 han tenido en promedio 0.2 hijos nacidos vivos; mientras que para las mujeres de entre 45 y 49 años este promedio se incrementa a 2.9 hijos.

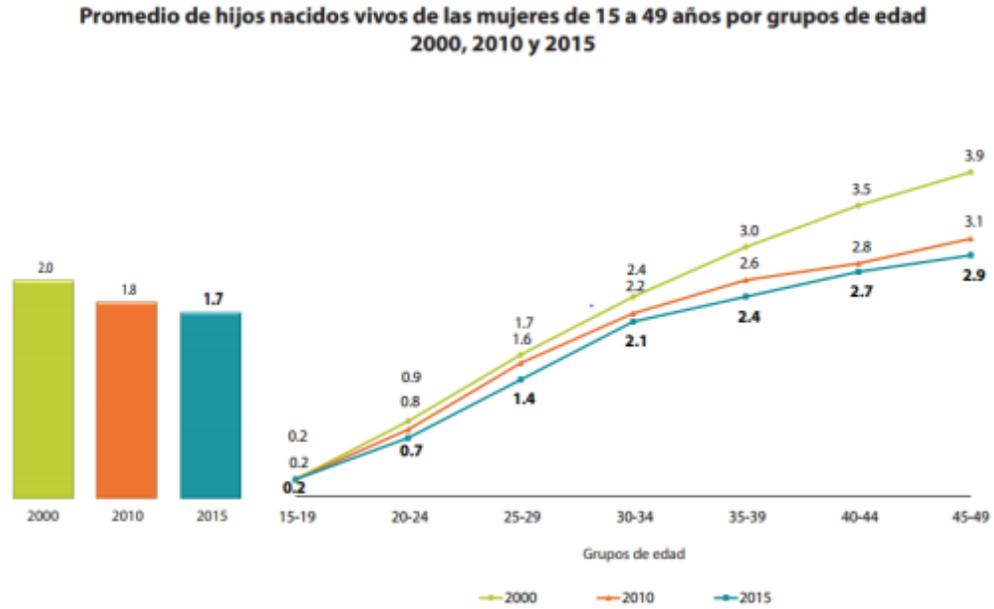


Figura 4.31 Promedio de hijos nacidos vivos en Sonora (INEGI, 2015).

Para las mujeres de entre 15 y 19 años, se registra 1 fallecimientos por cada 100 hijos nacidos vivos; mientras que para las mujeres entre 45 y 49 años el porcentaje es de 3.4.

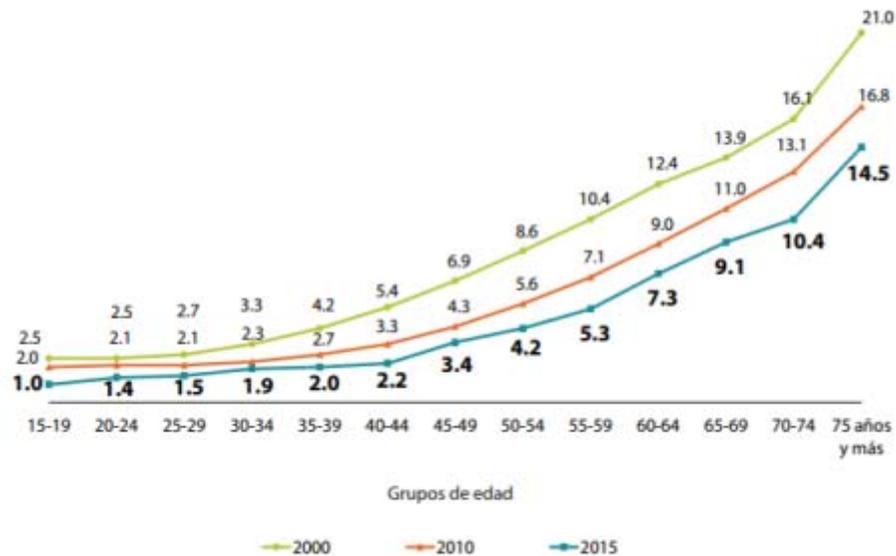


Figura 4.32 Porcentaje de hijos fallecidos por grupo de edad en Sonora (INEGI 2015)

Indicadores económicos

La población económicamente activa (PEA) son las personas de 12 años y más que tuvieron vínculos con la actividad económica. En el municipio de interés el 49.6% es PEA (COESPO, 2015).

Las personas ocupadas son las mayores de 12 años de edad las cuales realizaron alguna actividad económica durante al menos una hora en la semana de referencia. Aquí se incluyen a los ocupados que tenían trabajo, pero no lo desempeñaron temporalmente por alguna razón, sin que por ello pudieran perder el vínculo con este; así como a quienes ayudaron en alguna actividad económica sin recibir un sueldo o salario (COESPO, 2015).

Población Económicamente Activa

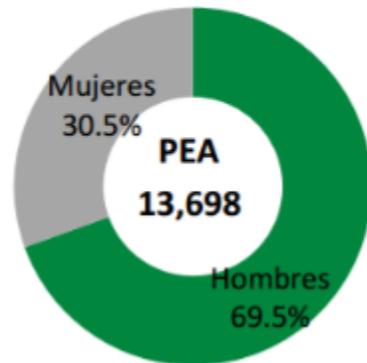


Figura 4.33 Población económicamente activa en el municipio de Cananea (COESPO, 2015).

Las personas económicamente no activas en su mayoría se dedican a los quehaceres del hogar y un porcentaje mejor son estudiantes (COESPO, 2015).

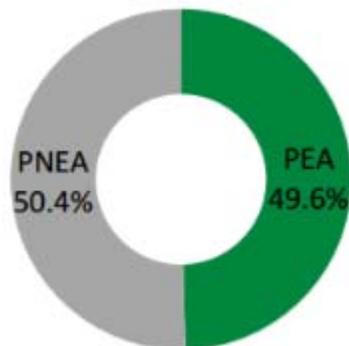


Figura 4.34 Población económicamente no activa en el municipio de Cananea (COESPO, 2015).

En el estado de Sonora la agricultura es la actividad más importante y siendo las actividades primarias la principal actividad en el estado contribuyendo 49% del PIB estatal. El trigo es el cultivo con mayor producción seguido de las frutas, uva y sandía, La actividad pecuaria es el sector con el segundo lugar en actividades primarias en importancia para el estado; siendo la producción porcina la de mayor producción (INEGI, 2010).

La industria y el comercio son sectores desarrollados, de acuerdo al censo del 2010, en Sonora representando el 45% del PIB estatal. (INEGI 2010)

De acuerdo a lo anterior, en Cananea, el 43% de la PEA se dedica al sector secundario, el 3% al primario y el 52% al terciario (COESPO 2015).

Migración

La migración se considera uno de los factores que afectan la dinámica de crecimiento y composición por sexo y edad de la población. Sonora se ha caracterizado por ser un estado atractivo para la población migrante, en 2010 78 545 personas llegaron a la entidad, provenientes principalmente de los estados de Sinaloa, Baja California, Chihuahua, Ciudad de México y Jalisco. Por otra parte de cada 100 personas que salen de la entidad 95 se dirigen hacia los Estados Unidos (INEGI 2010)

Indicadores culturales

Lengua indígena

En el municipio se encuentran 214 personas viviendo en un hogar indígena de las cuales 92 personas de 5 años y más que hablan alguna lengua indígena lo cual representa a menos del 1% de la población total. (INEGI, 2010).

Religión

El 90.3% de la población en Cananea es católica mientras que el 4.4% son pentecostales, evangélicos y cristianos.

Zonas turísticas

Cananea cuenta con 9 atractivos turísticos, mismos que incluyen atractivos naturales e históricos. Estos son:

- Casa Green
- Rancho Cerro Colorado

- Ojo de Agua Arvayo
- Mexicana de Cananea
- Museo de la Lucha Obrera
- Reserva Forestal Los Ajos
- Observatorio Astrofísico
- Cañón de Evans
- Los Campitos

4.3

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Los valores obtenidos para ambas unidades de estudio (SAP y AP), resultaron mayores dentro del Sistema Ambiental Particular, principalmente debido a las diferencias presentadas en la riqueza específica de cada una de ellas, lo cual está directamente relacionado con el estado de conservación, siendo las áreas con Pastizal natural dentro del SAP las que presentan un menor grado de disturbio, particularmente por las actividades pecuarias que se desarrollan en el área.

Con respecto a las comunidades vegetales, el tipo de vegetación predominante es el de Pastizal natural. Este tipo de vegetación se caracteriza por tener una diversidad baja, siendo el estrato herbáceo el que cuenta con un mayor número de representantes. Algunas especies encontradas en este estrato son el popotillo (*Bothriochloa barbinodis*), banderilla (*Bouteloua curtipendula*) y la navajita común (*Bouteloua gracilis*). Por otro lado, debido a los diferentes rasgos altitudinales que existen en el Sistema Ambiental, es posible encontrar especies arbóreas de otras asociaciones vegetales en los ecotonos que se presentan entre cada una de ellas cuando las condiciones lo permiten. De acuerdo con los recorridos realizados en este tipo de vegetación, se encontró que la especie que caracteriza este estrato es el mezquite (*Prosopis velutina*), con valores que van desde los cuatro a los 14 individuos por hectárea dependiendo del estado de conservación en el que se encuentren.

De acuerdo con las características particulares de la comunidad vegetal presente en las áreas de estudio, la mayoría de especies del estrato herbáceo son anuales, estacionales o de hábitos oportunistas con facilidad para colonizar áreas que cuenten con las condiciones propicias para su proliferación, por lo que aprovechan las épocas en las que hay mayor volumen de lluvia.

Para finalizar, si bien la vegetación presente tanto en el área del proyecto como en el SAP se encuentra con un moderado grado de conservación, la cobertura vegetal es muy pobre estando constituida principalmente por plantas herbáceas anuales y por manchones aislados compuestos por mezquites que forman ramificaciones de un mismo individuo.

Con respecto a los componentes faunísticos que se distribuyen en el AP y en el SAP, se obtuvieron pocos registros y algunas de las especies reconocidas son generalistas, es decir, que se adaptan fácilmente a la modificación del ambiente e incluso sus poblaciones pueden verse favorecidas por las alteraciones en el ecosistema, además de que presentan una amplia distribución a lo largo del país. Algunos ejemplos de esto son los mapaches (*Procyon lotor*), el cacomixtle (*bassariscus astutus*) y el coatí (*Nasua narica*)

Sin embargo, también se evidenció la presencia de cinco especies de fauna que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (un mamífero y cuatro aves). Las especies *Vulpes macrotis* (A), *Asio flameus* (Pr), *Buteo swainsoni* (Pr) *Cyrtonix montezumae* (Pr) y *Parabuteo unicinctus* (Pr) fueron registradas en el predio, sin embargo no se encontró evidencia de que utilicen el AP como sitio de reproducción o de anidación y debido a su movilidad pueden ocupar otros sitios y utilizar el área sólo como paso o alimentación.

Finalmente, se encontró una mayor diversidad específica en el SAP tanto para flora como para fauna, además de que las especies más importantes del área del proyecto se encuentran debidamente representadas en el SAP y alrededores por lo que el SAP tiene una adecuada capacidad para albergar fauna silvestre. Además, debido a que es un área extensa, el SAP tiene suficiente resiliencia para recibir los impactos por el Proyecto.

Por lo anterior, es posible afirmar que con la instalación del Proyecto dentro del AP, la diversidad de la flora y la fauna dentro del SAP no se ve afectada significativamente, toda vez que son las superficies que se encuentran más allá de los límites del predio del Proyecto (y dentro del SAP), las que presentan una mayor riqueza y los índices de biodiversidad indican que son esas superficies (fuera del AP) las que poseen un grado más alto de biodiversidad.

5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1.1 Indicadores de impacto

El término *impacto* se aplica a la alteración que genera una actividad humana en su *entorno* (concepto que debe entenderse como la parte del sistema ambiental afectada por la actividad que interacciona con ella). Por lo tanto, el impacto, ya sea ambiental o social, se origina por una acción humana y se manifiesta de acuerdo con tres facetas sucesivas:

- La modificación de algunos de los factores o del conjunto de factores que integran el ambiente (*actuación*);
- La modificación del valor del factor alterado o del conjunto de factores (*efecto en el medio*); y
- La interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones, para la salud y bienestar humano (*impacto ambiental y social*). Esta tercer fase está íntimamente relacionada con la anterior ya que el significado ambiental de la modificación del valor no puede desligarse del significado ambiental del valor de que se parte (Gómez, 1999).

La metodología para la evaluación de impactos para el Proyecto se realizó con base en las etapas que se muestran en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 *Etapas en la metodología de evaluación de impactos*

Etapas	Descripción
<i>Etapa 1</i>	Identificación de las etapas y actividades del Proyecto, que se pronostican como generadoras de impactos y análisis de las características ambientales y sociales actuales del Área de Influencia Ambiental así como de los lineamientos y directrices regulatorias (Capítulos 2, 3 y 4)
<i>Etapa 2</i>	Identificación de las actividades generadoras de impacto (fuentes de impacto) así como de los factores ambientales y sociales a ser impactados (Capítulo 2)
<i>Etapa 3</i>	Identificación de la generación de impactos por medio de una Matriz tipo Leopold, y la evaluación cualitativa de los impactos identificados en la etapa anterior mediante la aplicación de la Metodología de ERM
<i>Etapa 4</i>	Presentación de resultados y descripción de los impactos ambientales más significativos

En la Figura 5.1, que se presenta a continuación, se muestra un resumen del procedimiento de evaluación utilizado.

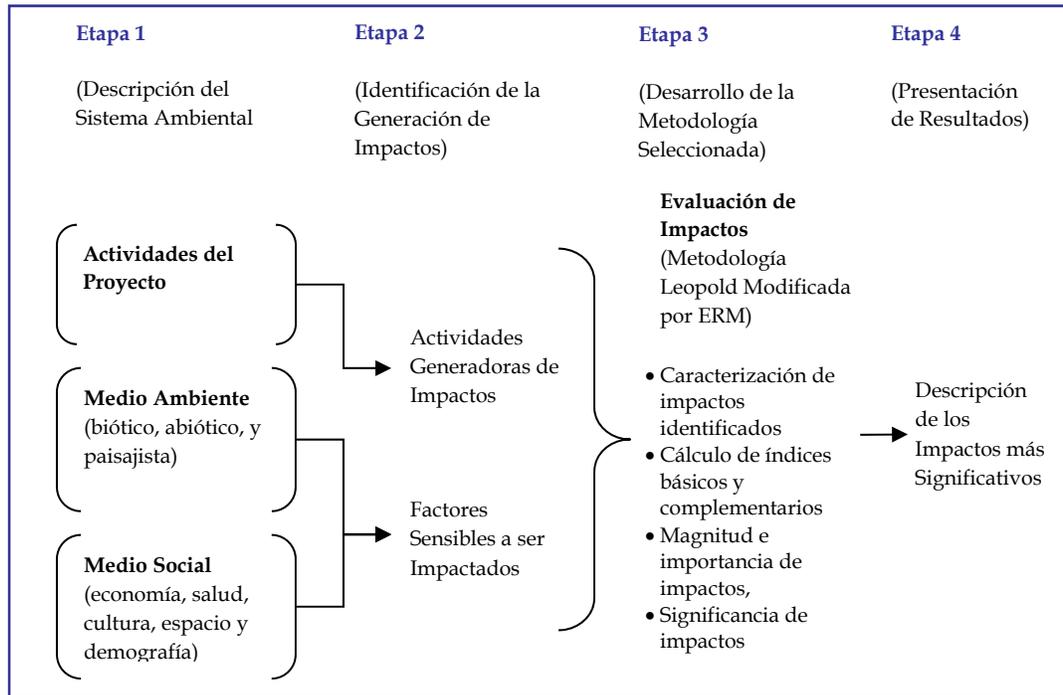


Figura 5.1 Procedimiento a seguir para evaluar los impactos derivados del proyecto

5.1.2 Lista de Indicadores de Impacto

Un *indicador* es un elemento del medio ambiente modificado o potencialmente modificado por un agente de cambio, el cual puede ser cuantitativo o cualitativo, lo que permite evaluar las alteraciones que podrían producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o el desarrollo de una actividad.

En la Tabla 5.2 se enlistan los indicadores propuestos para el desarrollo del Proyecto, los cuales están asignados por componente ambiental y para cada una de las etapas del Proyecto.

Tabla 5.2 Indicadores de impacto

Componente	Factor Ambiental	Etapas del Proyecto	Indicadores de Impacto
Aire	Calidad	Preparación, Construcción, Operación y Abandono	Dispersión de polvo por la circulación de vehículos y maquinaria
	Nivel de ruido	Preparación, construcción y Operación	Emissiones de gases de combustión por maquinaria y vehículos durante todas las etapas Niveles de ruido generados por la maquinaria y vehículo a utilizar durante la construcción y colocación de celdas
Suelo	Propiedades físicas	Preparación, Construcción y Abandono	Erosión del suelo; alteración de su estructura
Hidrología superficial	Calidad	Preparación, Construcción y Abandono	Evidencia de sólidos arrastrados durante las lluvias
Vegetación y Fauna	Cobertura vegetal	Preparación, Construcción	Superficie de vegetación removida

Componente	Factor Ambiental	Etapa del Proyecto	Indicadores de Impacto
	Integridad funcional	Operación y Mantenimiento	Reintegración de vegetación
	Biodiversidad	Preparación , Construcción y Abandono	<ul style="list-style-type: none"> • Índices de riqueza, abundancia y distribución de flora y fauna • Índice de valor de importancia • Número de especies avistadas en campo • Número de especies en estatus de protección
Paisaje	Calidad visual	Operación y Mantenimiento	Alteración respecto a paisaje natural
	Componentes singulares		Medición de incidencia visual
	Visibilidad		Número de componentes artificiales
			Número de obstáculos visuales
			Potencial de vistas
Social y Población	Derrama económica	Preparación , Construcción y Abandono	Número de empleos directos generados

5.1.3

Identificación de Fuentes Generadoras de Impactos

Con base en el análisis de la información presentada en el Capítulo 2, se identificaron las acciones del Proyecto que pueden incidir o afectar el SAP, durante todas las etapas del Proyecto, mismas que se muestran en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3

Posibles fuentes de cambio que pueden generar impacto

Etapa	Actividad	Descripción
Preparación y Construcción (PC)	PC1	Desmante y despilme
	PC2	Aplanado, nivelación, relleno y compactación
	PC3	Conformación de caminos y plataformas para subestación y centro de control
	PC4	Excavación de zanjas y canalizaciones
	PC5	Cercado perimetral
	PC6	Cimentaciones y bases para estructuras, hincado de seguidores solares y postes de transmisión.
	PC7	Suministro y montaje de equipos
	PC8	Suministro de insumos, combustibles y generación de residuos y aguas residuales.
	PC9	Desinstalación de obras provisionales
Operación y Mantenimiento (OM)	OM1	Generación de energía eléctrica
	OM2	Mantenimiento de celdas, reparación de averías y lubricación de partes móviles.
	OM3	Cambio de aceite y mantenimiento mayor a transformadores
	OM4	Limpieza de caminos internos y servidumbres
	OM5	Limpieza de los paneles fotovoltaicos con agua
	OM6	Generación de residuos y aguas residuales domésticas
Abandono del sitio (AS)	AS1	Desenergización, desmantelamiento de paneles, postes y cableado
	AS2	Demolición de las cimentaciones y bases de estructuras.

Etapa	Actividad	Descripción
	AS3	Desmantelamiento de la subestación eléctrica.
	AS4	Manejo y disposición de residuos
	AS5	Limpieza y rehabilitación del sitio
	AS6	Rescisión de contratos laborales

Adicionalmente, considerando las características del SAP descritas en el Capítulo 4, se determinaron los factores ambientales que pudieran verse afectados por las actividades del Proyecto ya sea de forma positiva o negativa, los cuales se enlistan en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4 Factores ambientales que potencialmente pueden ser impactados por el Proyecto

Parámetro	Componente	Factor socio-ambiental
Abiótico	Aire	F1 Calidad del aire
		F2 Confort sonoro
	Suelo	F3 Propiedades fisicoquímicas
		F4 Erosión
	Hidrología superficial	F5 Dinámica de los escurrimientos
	Hidrología subterránea	F6 Propiedades fisicoquímicas o alteración del balance hídrico
Biótico	Vegetación	F7 Cobertura vegetal
		F8 Especies endémicas o en estatus de protección
	Fauna	F9 Abundancia
		F10 Especies endémicas o en estatus de protección
		F11 Distribución
Paisajístico	Paisaje	F12 Calidad visual
Socioeconómico	Aspectos Económicos y culturales	F13 Acceso a oportunidades laborales
		F14 Incremento en el riesgo de lesiones y enfermedades ocupacionales por trabajo con maquinaria pesada durante la preparación y construcción. (también se incluye la operación aunque la intensidad de maquinaria se reduce significativamente)
		F15 Producción de energía eléctrica

La metodología de evaluación de impactos de ERM se explica en detalle en el Anexo 5.1 de este estudio.

5.2 IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS

5.2.1 Evaluación cualitativa (Matriz de Interacciones Potenciales)

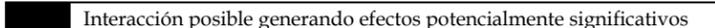
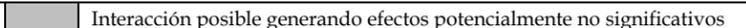
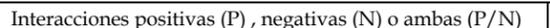
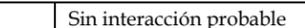
Tal como se indicó al inicio de este capítulo como primera aproximación para la identificación de impactos se utilizó la matriz de interacciones de Leopold (1971) modificada. En la Tabla 5.5 se presentan las interacciones entre las fuentes de

cambio del Proyecto (Tabla 5.3) y los factores ambientales asignados para los impactos ambientales. (Tabla 5.4). En cada uno de los cuadros que se cruzan en la matriz, se señalan las combinaciones de factores y componentes de acuerdo a la posibilidad de una posible afectación significativa o no significativa. Así los cuadros marcados en negro son aquellos donde se espera que la interacción ocasione efectos más significativos, los cuadros marcados en gris representan aquellas interacciones cuyos efectos no se espera que sean significativos y las celdas en blanco representan la ausencia de interacción. Dentro de cada celda se identifica si el posible efecto tiene un sentido positivo (P) o negativo (N). Esta primera aproximación se realiza en conjunto con un grupo de expertos de diferentes profesiones en ERM donde se aplica el juicio profesional de los evaluadores, así como con la experiencia en proyectos similares.

Tabla 5.5 Matriz de interacciones potenciales por medio de la Matriz tipo Leopold (1971)

Número y Nombre del Factor Socio -Ambiental			Preparación y construcción										Operación y Mantenimiento						Abandono						
			Desmante y despalme	Aplanado, nivelación, relleno y compactación	Conformación de caminos y plataformas para subestación y centro de control	Excavación de zanjas y canalizaciones	Cercado perimetral	Cimentaciones y bases para estructuras, hincado de seguidores solares y postes de transmisión.	Suministro y montaje de equipos		Suministro de insumos, combustibles y generación de residuos y aguas residuales.	Desinstalación de obras provisionales	Generación eléctrica fotovoltaica/Funcionamiento	Mantenimiento de celdas, reparación de averías y lubricación de partes móviles	Cambio de aceite y mantenimiento a transformadores	Limpieza de caminos internos y servidumbres (desbroce de vegetación)	Limpieza de los paneles fotovoltaicos con agua	Generación de residuos y aguas residuales domésticas	Desenergización, desmantelamiento de paneles, postes y cableado	Demolición de las cimentaciones y bases de estructuras.	Desmantelamiento de la subestación eléctrica.	Manejo y disposición de residuos en sitios autorizados	Limpieza y rehabilitación del sitio	Rescisión de contratos laborales	
Medio	Factor	Subfactor	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7		PC9	PC10	OM1	OM2	OM3	OM4	OM5	OM6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
Abiótico	Aire	F1	Calidad del aire	N	N	N	N		N	N		N	P						N	N		N			
		F2	Confort sonoro	N	N	N	N		N	N		N								N	N	N		N	
	Suelo	F3	Propiedades fisicoquímicas	N	N				N			N		N	N		N	N			N	N	P	P	
		F4	Erosión	N					P								N				N	N		P	
	Hidrología superficial	F5	Dinámica natural de escurrimientos temporales	N			N																	P	
	Hidrología subterránea	F6	Propiedades fisicoquímicas /Alteración del balance hídrico															N							P
Biótico	Vegetación	F7	Cobertura vegetal	N		N		N								N								P	
		F87	Especies endémicas y/o en estatus de protección																						
	Fauna	F9	Abundancia	N		N		N																	P
		F10	Especies endémicas o en estatus de protección	N																					
F11	Distribución	N		N		N																N	N		
Paisajístico	Paisaje	F12	Calidad visual	N			N		N		N	P									P	P	P	P	
Socioeconómico	Aspectos Económicos y culturales	F13	Acceso a oportunidades laborales	P	P	P	P	P	P		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	N
		F14	Incremento en el riesgo de lesiones y enfermedades ocupacionales por trabajo con maquinaria pesada durante la preparación y construcción. (también se incluye la operación aunque la intensidad de maquinaria se reduce significativamente)	N	N	N	N	N					N			N	N				N	N			
		F15	Producción de energía eléctrica											P											

LEYENDA:

	Interacción posible generando efectos potencialmente significativos		Interacción posible generando efectos potencialmente no significativos		P/N		Interacciones positivas (P) , negativas (N) o ambas (P/N)		Sin interacción probable
--	---	---	--	---	-----	---	---	---	--------------------------

5.2.2 *Valoración de impactos*

La Tabla 5.6 muestra la evaluación de los impactos identificados por la acción de las fuentes generadoras de impacto del Proyecto sobre los factores ambientales para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y abandono del sitio.

5.2.3 *Descripción de Impactos Ambientales Generados*

Como resultado de la aplicación de la metodología descrita se obtiene la valoración de la significancia de los impactos y su descripción. Una vez que se ha caracterizado la significancia de un impacto dado usando la matriz que se presenta a continuación (Tabla 5.6), el siguiente paso es evaluar cuáles son las medidas de mitigación que requiere. De conformidad con la Jerarquía de Mitigación, la prioridad en mitigación es aplicar primero medidas de prevención y mitigación en la fuente del impacto (esto, para evitar o reducir la magnitud del impacto de la actividad del Proyecto asociada) y después abordar el efecto resultante sobre el recurso/receptor a través de la atenuación, medidas de compensación o equivalentes (es decir, reducir la significancia del efecto tras haberse aplicado todas las mitigaciones razonablemente practicables para disminuir la magnitud del impacto).

Los impactos que recibirán el mayor énfasis de las medidas de manejo son aquellos clasificados como Significativos y por tanto dentro de su descripción se establecen los criterios para darles un manejo adecuado que reduzca sus efectos.

A continuación, en la Tabla 5.6 se presentan la descripción de los impactos identificados para la ejecución del Proyecto. Los impactos identificados como positivos se encuentran con texto en color verde y por su naturaleza no se les asigna medida de mitigación.

Tabla 5.6

Descripción de los impactos identificados

Factor impactado	Componente	Impacto	Caracterización		Descripción del impacto	Magnitud	Sensibilidad/vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia
Aire	Calidad del aire	Alteración a la calidad del aire por gases de combustión y polvo de fuentes móviles durante la preparación y construcción del sitio (en operación habrá un uso muy limitado de unidades de transporte)	Tipo	Directo	<p>Las actividades de despalme, nivelación, compactación, construcción de subestación, hincado de estructuras y soportes para paneles y tendido eléctrico, así como el movimiento de maquinaria y equipo sobre el tipo de suelo de la zona, generarán erosión al suelo que se traducirá en polvo. Para mitigar la generación de polvos se empleará agua tratada para riego esporádico de caminos usando una empresa proveedora de pipas. El riego periódico ayudará a controlar los polvos fugitivos. Se presentarán emisiones de gases de combustión provenientes de los vehículos y la maquinaria que se emplearán durante la etapa de preparación y construcción. El mantenimiento preventivo y correctivo evitará que las emisiones sean excesivas. El Promoviente apagará toda maquinaria que no esté siendo usada. Durante el mantenimiento también es posible que se emitan gases y polvo por el paso de vehículos del Promoviente, pero serían en menor escala. Se adoptarán medidas para la mitigación de las emisiones a la atmósfera a lo largo de la vida útil del Proyecto que se discuten en el Capítulo 6</p>	<p>Mediana: El impacto se presentará durante las etapas de preparación del sitio y construcción, y tendrá un impacto temporal en la calidad del aire de la zona. Se requerirán medidas de control dirigidas principalmente en evitar la dispersión de polvos.</p>	<p>Baja: El sitio se encuentra en una zona de pastizal natural relativamente homogénea, la zona posible a ser afectada la comunidad más cercana al proyecto es Ignacio Zaragoza (La Mesa) con una población de 266 personas a 3 km de distancia del predio del Proyecto.</p>	Menor
			Extensión	Local				
Duración	Corto plazo							
Escala	NA							
Frecuencia	Continua							
Aire	Calidad acústica	Alteración del confort sonoro por actividades de movimiento de tierra, y operación de maquinaria de construcción (en operación habrá un uso muy limitado de unidades de transporte)	Tipo	Directo	<p>Los receptores principales del ruido serán los trabajadores de la construcción. Las actividades de preparación de caminos de acceso e instalación de los paneles serán las principales fuentes de emisión de ruido, sin embargo se trata de actividades temporales y los receptores más sensibles serán los mismos trabajadores del Proyecto, quienes portarán equipo de protección personal adecuado. No existen localidades a menos de 3 km del Proyecto y tampoco hay centros urbanos cercanos. Los efectos tendrán lugar únicamente durante las actividades de preparación, construcción y abandono y solamente a ciertas horas durante el día (según el horario de trabajo de la obra civil). El rango estimado de ruido generado por maquinaria móvil es de 85-90 dB, que es el estándar para la mayoría de la maquinaria pesada y de construcción. El ruido se generará únicamente durante algunas actividades durante la preparación del sitio y construcción.</p>	<p>Pequeña: La operación de maquinaria de construcción produce ruido de forma normal aunque es importante tomar en cuenta que debido a las características de esta zona despoblada, no existen receptores del mismo. Aun así se contará con medidas de mantenimiento preventivo y correctivo para controlar los niveles de ruido de la maquinaria.</p>	<p>Insignificante: El receptor primario serán los trabajadores del Proyecto debido a que no hay poblados cercanos al área del Proyecto; los trabajadores contarán con el equipo de protección auditiva adecuado cuando así sea requerido por ley y podrán reportar situaciones anómalas de la maquinaria que pueda derivar en producción de ruido.</p>	Insignificante
			Extensión	Local				
Duración	Corto plazo							
Escala	85-90 dB							
Frecuencia	Discontinua							
Suelo	Propiedades fisicoquímicas	Alteración de la calidad del suelo por limpieza de los paneles fotovoltaicos	Tipo	Directo	<p>Durante la construcción se dará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria pesada en talleres existentes en los municipios de Cananea o Agua Prieta, por lo que se evitará el contacto directo con el suelo y contaminación al mismo en el área del Proyecto, por lo que no se considera un impacto probable por estas actividades, más sin embargo si habrá generación de residuos en el proyecto, que de no manejarse adecuadamente pudiese ocasionar contaminación en suelos. Se empleará agua tratada para el riego de caminos; el Promoviente se asegurará que la empresa contratada para proveer las pipas de agua cumpla con la NOM-003-SEMARNAT-1997 para riego para evitar así contaminación al subsuelo. Durante la etapa de mantenimiento se hará uso de agua para lavar las superficies de los paneles, sin embargo se espera que el agua arrastre únicamente partículas de polvo y tierra que se haya depositado sobre la superficie por lo que no se espera contaminación probable al suelo por esta actividad. El Promoviente no hará uso de ninguna sustancia jabonosa ni de otro tipo para la limpieza de los paneles, por lo que no se depositarán residuos peligrosos al suelo. Si se llegaran a utilizar aditivos serían todos biodegradables.</p>	<p>Insignificante: El único residuo que caería al suelo como producto de la limpieza de los paneles sería el agua con algunas partículas de polvo. Otra parte del agua se evaporaría así que ni siquiera caería al suelo. No se espera el uso o manejo de sustancias peligrosas durante la operación normal del Proyecto. El agua tratada empleada para riego de caminos cumplirá con la legislación ambiental vigente en la materia. Los residuos generados serán</p>	<p>Baja: Se tendrán medidas de protección en las zonas de descarga de combustibles y almacenamiento de residuos durante la construcción.</p>	Insignificante
			Extensión	Local				
Duración	Largo plazo							
Escala	Desconocida							
Frecuencia	Por evento							

Factor impactado	Componente	Impacto	Caracterización	Descripción del impacto	Magnitud	Sensibilidad/vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia
					en general residuos sólidos no peligrosos domésticos y escombros. No se espera generación de residuos peligrosos durante la etapa de preparación de sitio y construcción. Durante el mantenimiento en la etapa de operación se generarán principalmente trapos impregnados con grasas y residuos.		
	Erosión	Erosión de suelo durante la preparación, construcción	<p>Tipo: Indirecto</p> <p>Extensión: Local</p> <p>Duración: Largo plazo</p> <p>Escala: Área del proyecto</p> <p>Frecuencia: Continua</p>	<p>Durante la etapa de preparación de sitio y construcción se realizarán actividades que podrán ocasionar la erosión del suelo, tales como la remoción de la vegetación existente, actividades de nivelación y la creación de caminos internos. Sin embargo, durante la operación se permitirá el crecimiento natural de vegetación debajo de los paneles pero solo hasta cierta altura (hasta 1m), por lo que se reducirá el efecto en alguna proporción. Tomando en cuenta que la vegetación del sitio es pastizal natural y no hay existencia de estrato arbóreo en el predio del Proyecto, la vegetación se restablecería relativamente rápido y sería controlada mediante poda.</p> <p>No se espera erosión química debido a que se evitará el uso de herbicidas.</p> <p>Asimismo la zona del Proyecto tiene en su mayor parte un suelo con alto contenido de materia orgánica y no se asocia con alta erodabilidad (Feozem hálpico), por lo que la remoción de vegetación expondría al suelo a erosión por viento en las zonas en donde la vegetación no se recupere, como los caminos internos del parque solar. En menor proporción tiene presencia de Regosol éutrico, que se encuentra con frecuencia en zonas erosionadas y está asociado al pastoreo extensivo.</p>	<p>Media: Las actividades de construcción, movimiento de materiales y obra civil pueden promover erosión en el suelo debido principalmente a la remoción de vegetación.</p>	<p>Media: El predio tiene baja erodabilidad por el tipo de suelo presente en la mayor parte del área del proyecto, lo que le da al receptor una vulnerabilidad media. Sin vegetación, el suelo será sujeto a la erosión eólica..</p>	Moderado
Hidrología	Propiedades fisicoquímicas del agua superficial	Modificación de escorrentías naturales	<p>Tipo: Indirecto</p> <p>Extensión: Local</p> <p>Duración: Permanente</p> <p>Escala: No es determinable</p> <p>Frecuencia: Por evento</p>	<p>Como efecto colateral de la construcción y acondicionamiento de caminos se pueden modificar los patrones actuales de drenaje pluvial natural, ya que el agua no caerá directamente en el área en donde haya paneles solares</p> <p>El efecto será perceptible solo en el área del Proyecto.</p> <p>El efecto se presentaría desde la preparación del sitio hasta la operación en el área del Proyecto.</p> <p>La probabilidad de que suceda este impacto es muy baja debido a que el Proyecto, se localiza en una zona donde las escasas precipitaciones pluviales no originan cauces naturales permanentes. Existe un cuerpo de agua al sur del predio pero no habrá implementación solar en el mismo por lo que no será modificado. Las descargas de aguas residuales serán contenidas en los sanitarios portátiles, los cuales serán mantenidos de manera regular por el proveedor de dicho servicio.</p> <p>El mal manejo de residuos pudiese contaminar las aguas superficiales cercanas al sitio de interés.</p>	<p>Pequeña: El efecto en principio debería ser nulo debido a que las escorrentías son escasas e intermitentes y no se prevé su modificación.</p>	<p>Insignificante: Prácticamente no existen escorrentías naturales permanentes y no está prevista la modificación de las mismas; ni a las escorrentías intermitentes o al cuerpo de agua existente al sur del predio. Existirá un plan de manejo de residuos que será aplicado en todas las etapas del proyecto.</p>	Insignificante
	Propiedad fisicoquímicas de la hidrología subterránea y disponibilidad de agua	Modificación a propiedades del agua subterránea y alteración en la recarga del acuífero.	<p>Tipo: Indirecto</p> <p>Extensión: Local</p> <p>Duración: Permanente</p>	<p>Como efecto de las descargas de aguas residuales sanitarias durante la operación del proyecto, podría haber contaminación al acuífero si el agua no es correctamente purificada en el sistema de fosa séptica empleado.</p> <p>El efecto se daría en el área destinada a la instalación de los servicios sanitarios.</p> <p>Las descargas de aguas residuales durante la etapa de preparación de sitio y construcción serán contenidas en los sanitarios portátiles, los cuales serán mantenidos de manera regular por el proveedor de dicho servicio. El mal manejo de residuos pudiese contaminar las aguas</p>	<p>Pequeña: El agua de lavado de los paneles contendrá únicamente polvo y partículas de tierra, por lo que su infiltración no afectará las propiedades del agua subterránea. Es el mismo caso para el agua tratada en el riego de caminos</p>	<p>Baja: Existen pocas formas de contaminación al acuífero puesto que no habrá descargas directas de aguas residuales ni de sustancias peligrosas ni al suelo ni a cuerpos de agua. El único contacto de agua directa al suelo y potencial infiltración al acuífero será la del agua</p>	Insignificante

Factor impactado	Componente	Impacto	Caracterización	Descripción del impacto	Magnitud	Sensibilidad/vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia
			<p>Escala Dependencia del volumen de las descargas residuales</p> <p>Frecuencia Discontinua</p>	<p>superficiales cercanas al sitio de interés. Las descargas serán solo sanitarias y descargadas a un sistema de fosa séptica durante la operación mientras que durante la construcción se contratarán sanitarios portátiles que serán limpiados y manejados por la empresa proveedora del servicio. No se realizará extracción de agua de pozo por lo que no se espera afectar la disponibilidad de agua subterránea del acuífero.</p>	<p>durante construcción. Las aguas residuales serán dispuestas por medio de una fosa séptica que será limpiada regularmente por la empresa proveedora del servicio. Para el lavado de los paneles solares, se traerá agua a través de camiones cisterna. Se estima que se usará un volumen de 200 m³ al año para limpieza de los módulos.</p>	<p>para riego de caminos durante la construcción y la que caiga como producto de la limpieza de los paneles, durante la operación.</p>	
Biótico	Vegetación	Reducción de la cobertura vegetal	<p>Tipo Directo</p> <p>Extensión Local</p> <p>Duración Permanente</p> <p>Escala 319.11 ha</p> <p>Frecuencia Por evento</p>	<p>El Proyecto requerirá del desmonte de vegetación forestal, la cual se encuentra conformada por pastizal natural. En el área de colocación de los módulos fotovoltaicos será removida la vegetación existente durante la preparación del sitio, pero se permitirá el libre crecimiento de la vegetación durante la etapa de operación, para que esta crezca debajo de los paneles mientras esta no altere su buen funcionamiento. El control de la vegetación se realizará mediante poda y no se emplearán en ningún momento herbicidas ni químicos para controlar el crecimiento de vegetación secundaria. Las únicas áreas donde la remoción de vegetación será definitiva, serán las ocupadas por la subestación eléctrica elevadora, pues habrá sellamiento de suelo, el área de almacén, oficinas y los caminos internos, pues éstos últimos serán compactados durante décadas por el paso de vehículos. El desmonte se hará en una única ocasión durante la preparación del sitio. Aunque durante la línea base ambiental no fueron identificadas especies sujetas de protección bajo la NOM-059-SEMARNAT-1997, en caso de encontrarse alguna presente durante las actividades de desmonte, se deberán rescatarse y reubicarse fuera de la zona del Proyecto.</p>	<p>Mediana: El sitio se encuentra cubierto por vegetación forestal de bosque de encino y pastizal natural. Se desmontarán 319.11 ha. Paralelo a esta MIA se está presentando el ETJ del proyecto donde se cuenta con medidas de mitigación dirigidas a la reforestación del sitio.</p>	<p>Baja: Gran parte del Proyecto está cubierto por vegetación clasificada como forestal según la legislación Mexicana, lo que las obras a realizar ocasionarán fraccionamiento y pérdida de vegetación. Sólo en el lugar de las obras permanentes no habrá rehabilitación de la vegetación original. No se desmontarán áreas del predio donde no vaya a haber paneles solares. El tipo de vegetación presente en el predio es de baja diversidad y tiene amplia distribución en el estado</p>	Menor
	Fauna	Afectaciones en la distribución y la abundancia de la fauna (incluyendo especies en alguna categoría de protección)	<p>Tipo Directo</p> <p>Extensión Regional</p> <p>Duración Largo plazo</p> <p>Escala No es determinable</p>	<p>La remoción de vegetación y el movimiento de tierra ocasionarán que la fauna presente en el predio del Proyecto deba desplazarse del sitio hacia zonas aledañas (ej., coyote, zorrilla). Las especies pequeñas que viven entre la vegetación o en raíces de árboles son las más susceptibles de verse afectadas por esta etapa del Proyecto. Durante la construcción el Promovente deberá vigilar a las especies de lento desplazamiento y otras sujeto de rescate y reubicación. Durante la operación del Proyecto algunas especies pequeñas podrán regresar ya que la vegetación volverá a crecer debajo de los módulos fotovoltaicos, toda vez que el cercado alrededor del parque permita el desplazamiento de mamíferos pequeños por debajo de la malla ciclónica (al menos 10 cm por encima del suelo). Asimismo, se implementarán medidas para permitir el ingreso de fauna de tamaño reducido por medio de un cercado que comience a 10 cm por arriba del suelo y no al ras de éste. Durante los trabajos de campo se registraron pocas especies bajo estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010; una amenazada (<i>Vulpes macrotis</i> o zorrilla del desierto) y dos sujetas a protección especial</p>	<p>Mediana. La reducción de la cobertura vegetal descrita ocasionará reducción de las especies faunísticas asociadas a la misma dentro de la zona del proyecto.</p>	<p>Baja: La vegetación que será removida dentro del terreno se encuentra bien representada dentro del SAP, es posible que la fauna se desplace a zonas adyacentes que no serán afectadas. El desplazamiento será temporal ya que posteriormente podrán volver a alojarse en la vegetación que crezca debajo de los paneles.</p>	Menor

Factor impactado	Componente	Impacto	Caracterización	Descripción del impacto	Magnitud	Sensibilidad/vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia	
			Frecuencia Por evento	(<i>Parabuteo unicinctus</i> o aguililla rojinegra y <i>Cyrtonyx montezumae</i> o codorniz arlequin), ninguna en peligro de extinción. Las especies serán rescatadas y reubicadas en lo posible (o ahuyentadas, según sea el caso) tal y como se presenta en el programa de rescate y reubicación de especies de fauna. Se registraron diversas especies de menor preocupación bajo la lista de la UICN (Capítulo 4). No obstante dichas especies son en su mayoría de rápido desplazamiento y se podrían alejar del Proyecto. El desmonte se realizará en una única ocasión, por lo que su frecuencia se considera por evento.				
Paisaje	Calidad visual y visibilidad	Calidad visual	Tipo Extensión Duración Escala Frecuencia	Directo Local Permanente No es determinable Continuo	El Proyecto modificará visualmente la zona al remover la vegetación actual e instalará en su lugar infraestructura. La modificación en el paisaje será visible desde los alrededores del Proyecto y los caminos de acceso cercanos. No obstante, existen pocas localidades cercanas al Proyecto como lo es la población mas cercana a 3 km y éstas tienen baja población, siendo que Cananea, el centro urbano más cercano, se ubica más de 20 km NE del Proyecto donde estas estructuras ya no serán visibles. Al requerir de extensiones significativas de terreno los parques fotovoltaicos son notoriamente visibles, aunque la connotación reconocidamente positiva de este tipo de proyectos los hace aceptables para la población. La modificación de paisaje por la remoción de instalaciones se hará en una ocasión aunque el efecto será constante.	Mediana: La construcción y operación del proyecto modificará de forma permanente las propiedades visuales actuales de la zona del Proyecto.	Baja: Dada la topografía del sitio y la altura del Proyecto, se considera una sensibilidad baja ya que hay pocos observadores potenciales al estar alejado de grandes centros poblacionales.	Menor
Socioeconómicos	Aspectos socio económicos y seguridad ocupacional	Generación de empleos y derrama económica local	Tipo Extensión Duración Escala Frecuencia	Directo Regional Largo plazo Hasta 200 trabajadores durante la construcción y hasta 15 durante la operación Continuo	El Proyecto contempla la contratación de personal para la realización de sus actividades (hasta un máximo de 200 personas durante la construcción y hasta 15 durante la operación). La generación de empleos y la derrama económica consecuente será más importante durante la preparación del sitio y la construcción que durante la operación. La generación de empleo será permanente y se hará con base al marco regulatorio correspondiente	Positivo: La generación de empleo será permanente y se hará con base al marco regulatorio correspondiente.	Baja: Con base en la cantidad de empleos a generar, se considera poca sensibilidad hacia este impacto	Positivo
		Incremento en el riesgo de lesiones y enfermedades ocupacionales por trabajo con maquinaria pesada durante la preparación y construcción. (también se incluye la operación aunque la intensidad de maquinaria se reduce significativamente)	Tipo Extensión Duración Escala Frecuencia	Directo Local Variable No es determinable Discontinuo	El Proyecto tendrá cierto riesgo de lesiones y accidentes laborales por que habrá manejo de maquinaria y dada la naturaleza de las actividades de construcción. No obstante los riesgos serán locales, pues se contratará no más de 200 trabajadores durante toda la construcción, asimismo se proveerá a todos los trabajadores con equipo de protección personal e inducción de seguridad. El responsable ambiental en sitio del Proyecto redactará reportes semanales o mensuales sobre seguridad e higiene a lo largo de toda la obra. Se mantendrán números de emergencia a la mano y se coordinará con las autoridades locales en caso de alguna contingencia o accidente mayor.	Baja: Los trabajos de construcción del Proyecto se consideran de bajo riesgo porque no implicarán trabajos en alturas, manejo de sustancias peligrosas, trabajo en espacios confinados ni ninguna otra situación de alto riesgo. Se espera que los riesgos ocupacionales se mantengan bajos durante toda la construcción del Proyecto.	Baja: Los empleados serán capacitados para la actividad que desempeñarán así como portarán el equipo de protección personal correspondiente, por lo que no se considera que sean vulnerables a los accidentes de trabajo	Insignificante
	Producción de energía eléctrica	Tipo	Directo	El Proyecto generará energía eléctrica que satisficará la creciente necesidad energética de la región y que ayudará a cubrir la demanda de este servicio en el país, ya que la energía producida por medio del	Positivo: El Proyecto contribuirá a la economía local y	Alta: La demanda eléctrica en el país se encuentra en constante	Positivo	

Factor impactado	Componente	Impacto	Caracterización	Descripción del impacto	Magnitud	Sensibilidad/vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia
			<p>Extensión Regional</p> <p>Duración Permanente</p> <p>Escala 80 MW</p> <p>Frecuencia Continuo</p>	<p>Proyecto, será entregada al Sistema Eléctrico Nacional, en donde se dispondrá de la forma en la que mejor lo considere la Comisión Federal de Electricidad.</p> <p>Estas obras tendrán una repercusión en la disponibilidad de energía en la región sin generar impactos adversos significativos ni comprometer la disponibilidad de recursos.</p> <p>El Proyecto ocasionará una derrama económica indirecta, favorecerá la inversión e incremento en el número de este tipo de proyectos e incrementará la infraestructura del estado de Sonora.</p> <p>El Proyecto generará 133 MW que serán suministrados a la red del Sistema Eléctrico Nacional a partir del uso de una fuente totalmente renovable y en concordancia con las políticas nacionales e internacionales de proliferación de energías renovables. Dicho suministro será ininterrumpido todo el año, por lo que el Proyecto contribuirá a la economía local y nacional favoreciendo la ampliación del uso de energías renovables. La demanda eléctrica en el país se encuentra en constante aumento, por lo que los proyectos de generación se encuentran alineados con el Plan Nacional de Desarrollo.</p>	<p>nacional favoreciendo la ampliación del uso de energías renovables.</p>	<p>aumento, por lo que los proyectos de generación se encuentran alineados con el Plan Nacional de Desarrollo</p>	

Mientras que la tabla anterior presenta la evaluación de los impactos ambientales específicos del Proyecto, la tabla siguiente se ubica dentro de un contexto general de generación de energía eléctrica, para poder comparar la energía solar con otras fuentes tradicionales de energía. A manera de ejemplo, en la Tabla 5.7 se presenta una tabla comparativa de impactos ambientales entre una planta de energía solar y una planta termoeléctrica por medio de combustibles fósiles, que es actualmente la fuente principal de generación de energía eléctrica en el país de acuerdo con cifras oficiales de la Secretaría de Energía. De esta manera, la tercer columna de la tabla, califica como benéfico, neutral o negativo, el impacto ambiental de la energía solar con respecto a la energía termoeléctrica.

Tabla 5.7 *Tabla comparativa de impactos ambientales a largo plazo derivados de la producción de energía solar comparada con energía termoeléctrica*

Factor ambiental	Impacto ambiental	Positivo / Neutral / Negativo	Comentarios
Aire	Alteración de la calidad del aire	Positivo	El Proyecto contribuye a la generación de electricidad sin producir gases contaminantes o de efecto invernadero derivados de la combustión de combustibles fósiles.
	Alteración del confort sonoro	Positivo	La operación de las celdas fotovoltaicas no implica la emisión permanente de ruido, salvo actividades ocasionales y discontinuas durante el mantenimiento. Por tanto el proyecto contribuirá al desarrollo mediante la generación de energía libre de ruido, a comparación con otras tecnologías, tales como la utilización de combustibles fósiles, que se puede caracterizar como una industria de altos niveles de ruido.
Suelo	Alteración de la calidad del suelo	Positivo	A pesar de que la infraestructura del Proyecto implica la remoción de la cobertura vegetal y la instalación de los paneles sobre el suelo natural; la energía solar presenta algunas ventajas en comparación con otras fuentes de energía, estas son: <ul style="list-style-type: none"> No es necesaria la remoción de todo el suelo orgánico debido a que las cimentaciones no requieren mucha profundidad. Por lo que la pérdida de suelo orgánico no es tan significativa como en otros proyectos. El Proyecto no requiere la construcción de una plancha de concreto que cubra toda el área, por lo que es permisible la infiltración de agua al subsuelo. Durante la operación del Proyecto, la cantidad de residuos que se generan, tanto no peligrosos como peligrosos, es significativamente menor a otras tecnologías tales como la energía termoeléctrica, disminuyendo la posibilidad de contaminación de suelo en el sitio o en sitios adyacentes.
	Erosión	Neutral durante la construcción Positiva durante la operación	Durante la construcción se realizan actividades de desmonte y despalme en grandes porciones de terreno, además de que se generan zanjas para el sistema de cables eléctricos y de comunicación. Durante la operación se puede permitir el crecimiento de arbustos que pueden amortiguan la pérdida del suelo.
Hidrología	Modificación a propiedades del agua superficial o subterránea y disponibilidad del recurso	Positivo	Durante la construcción y operación del Proyecto no se contemplan descargas de agua de proceso o sanitarias como en otras tecnologías de generación de energía que requieren sistemas de enfriamiento de aguas de proceso, y Planta de Tratamiento de aguas residuales. Sí se va a utilizar el agua necesaria para la limpieza de los paneles.
Biótico	Reducción de cobertura vegetal	Neutral	De manera general, este tipo de proyectos ocupan grandes terrenos para poder ser rentables en materia de generación de energía, lo que conlleva a un impacto significativo sobre los aspectos bióticos de una región determinada. Es importante aclarar que la magnitud de dichos impactos, dependen directamente del tipo de vegetación y biodiversidad existente en una región. Para el caso del Proyecto objeto de esta manifestación, se puede considerar dentro de un rango medio al ser en su mayor parte pastizal natural
	Biodiversidad (abundancia, distribución, especies en estatus de protección, etc.)	Neutral	La afectación a este factor ambiental se encuentra relacionada con la densidad y criticidad del hábitat que debe ser removido para la instalación de un proyecto de este tipo. Por lo tanto, la remoción de vegetación y el movimiento de tierra ocasionarán que la fauna quede expuesta a depredadores y el desplazamiento de especies pequeñas que viven en el suelo o madrigueras en el subsuelo tanto en raíces de arbustos como en espacios abiertos. Por otro lado, normalmente el área del sitio debe ser delimitada con cercas o muros lo que limita el tránsito de animales. Al no permitir la presencia de mamíferos herbívoros grandes, se modificará la estructura de la vegetación que se conserve, sin embargo, se puede permitir el paso de animales pequeños, disminuyendo el impacto ambiental.
Paisaje	Calidad visual	Neutral	La comparación de afectación de un proyecto de este tipo se considera neutral, ya que la infraestructura ocupa el área total del proyecto y el ecosistema original es modificado totalmente, tal y como ocurre con otras fuentes de energía tradicional.
Socioeconómicos	Empleos y derrama económica	Neutral	El uso de personal para la etapa de operación de un proyecto de este tipo es menor a la cantidad de personal requerido en otros tipos de proyectos de generación de energía (termoeléctricos, hidroeléctricos), sin embargo la derrama económica local durante todas sus etapas es positivo.
	Producción de energía eléctrica	Positivo	De manera general, la energía solar no es considerada todavía en materia de eficiencia energética como la más rentable del mercado, en primer lugar por los costos que conlleva un proyecto solar en comparación con la compra de combustibles fósiles, y en segundo lugar por la eficiencia alcanzada por la tecnología de los módulos fotovoltaicos por unidad de área, que se considera mucho mayor que para otros proyectos de menor extensión física.
	Seguridad e Higiene ocupacional	Positivo	De manera general, los riesgos y accidentes potenciales en un proyecto de esta naturaleza, son considerados bajos en comparación con otras fuentes de energía como la termoeléctrica que implican la construcción y operación de equipos de mayores dimensiones y riesgos asociados a su operación.

6. *MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES*

6.1 *DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL*

El objetivo central de una evaluación de impacto ambiental es la eliminación o atenuación de los impactos negativos que puedan presentarse durante el desarrollo de un proyecto; esto se lleva a cabo a través de la propuesta, diseño y seguimiento de acciones preventivas, correctivas y compensatorias aplicadas a las potenciales interacciones adversas entre el proyecto y el ambiente. Esto tiene como finalidad el preservar esta relación en el punto más armónico posible sin detener el desarrollo y a su vez salvaguardando al ambiente.

Las acciones medidas de manejo son aquellas que pueden aplicarse para reducir los impactos negativos ocasionados al medio o a las condiciones ambientales. Se espera que estas medidas logren por lo menos alguno de los siguientes puntos:

- Evitar el impacto por completo, al no realizar cierta actividad o reducir parcialmente la misma.
- Reducir el impacto, limitando el grado o magnitud de la(s) actividad(es) y su realización (para lograrlo se sugiere la implementación de medidas preventivas).
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el medio afectado (para ello se implementan medidas de mitigación).
- Reducir o eliminar el impacto, tras un periodo de tiempo, mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida del proyecto (al igual que en el punto anterior se sugieren las medidas de mitigación así como de restauración).
- Compensar el impacto, al remplazar o proporcionar recursos o ambientes sustitutos (en este caso se maneja por medio de medidas compensatorias).

Cabe aclarar que, en la implementación de estas medidas, se debe procurar el orden antes descrito (Canter, 1999). De esta forma se pretende asegurar la mínima afectación posible por las acciones del proyecto, dando preferencia a evitar el impacto, sobre su reducción, rectificación y compensación. Derivado de lo anterior, las medidas de manejo pueden clasificarse de acuerdo a sus alcances en los siguientes tipos:

- Medidas preventivas: conjunto de disposiciones y actividades previamente diseñadas, con el objetivo de evitar la generación de impactos negativos al ambiente como resultado de las actividades del proyecto.
- Medidas de reducción o mitigación: es el conjunto de acciones que se implementan una vez que se identifica el impacto y la magnitud del mismo, con la finalidad de minimizar en lo posible los efectos de dicho impacto.

- Medidas de compensación: estas son aplicadas cuando el impacto es considerado irreversible a pesar de la implementación de medidas de mitigación. Este tipo de medidas no son aplicables en el sitio del proyecto, sino en áreas equivalentes o similares a las afectadas. Algunos ejemplos son: la reforestación, la creación de zonas verdes (áreas de conservación), el pago compensatorio por contaminación, entre otros.

Como ya se mencionó en capítulos anteriores, el medio ambiente está dividido en componentes bióticos (vegetación y fauna), componentes abióticos (suelo, geología, clima, hidrología subterránea y superficial), y componentes sociales (aspectos económicos, culturales y demográficos); dichos componentes pueden verse afectados de manera directa o indirectamente durante el desarrollo del Proyecto.

En este sentido, en la Tabla 6.1 que se presenta a continuación, se describen de manera general todas las medidas de manejo (prevención, mitigación y compensación), propuestas para cada uno de los impactos por cada una de las etapas del Proyecto: Preparación y Construcción (PC), Operación y Mantenimiento (OM) y Abandono (A). Se propone lo siguiente:

- Medidas para el control de la calidad del aire,
- Medidas para el control de ruido,
- Medidas de protección de la calidad del suelo.
- Medidas para el control de la erosión,
- Medidas de protección de la calidad del agua (superficial y subterránea),
- Medidas de protección, conservación, reubicación de flora y rescate de fauna,
- Medidas de atenuación de impacto visual, y

De acuerdo con el análisis por impactos, en la Tabla 6.1 se presentan las medidas aplicables para cada uno de los impactos identificados, dando las especificaciones técnicas aplicables por cada medida de acuerdo con el impacto que atienden.

Tabla 6.1 Descripción de las medidas propuestas y los impactos ambientales que atienden

Componente ambiental	Impacto	Etapas	Medida de prevención o mitigación	Descripción de la medida	Duración
Aire	Alteración a la calidad del aire por emisión de gases de combustión y polvo por fuentes móviles durante la preparación y construcción (en operación habrá un uso muy limitado de unidades de transporte)	Preparación y construcción En menor medida en operación	Control para la calidad del aire y prevención de ruido	<ul style="list-style-type: none"> El Promovente vigilará que los vehículos de su propiedad y de empresas subcontratadas observen el cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas, la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora y las demás disposiciones que resulten aplicables. <ol style="list-style-type: none"> Los vehículos serán mantenidos en óptimas condiciones con el fin de que cumplan los límites máximos permisibles y se evite la contaminación a la atmósfera, al suelo y al agua. Se tendrá un estricto control sobre el mantenimiento de la maquinaria a utilizar con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación al suelo. Se verificará que la maquinaria empleada en las actividades se encuentre en condiciones óptimas de operación, lo cual garantiza la menor emisión posible durante su operación. Los equipos que operan a base de diésel deberán tener un mantenimiento preventivo y los filtros en buen estado, para cumplir la Normatividad ambiental aplicable. Los vehículos que requieran gasolina contarán con convertidores catalíticos en buen estado, asimismo deberán contar con el comprobante de la verificación correspondiente. El Promovente requerirá que los vehículos y equipo a utilizar cumplan con el mantenimiento preventivo requerido por cada equipo, y contará con: <ol style="list-style-type: none"> Manuales con los requisitos específicos de mantenimiento de cada vehículo. Programa de lubricación periódica. Verificar que durante las actividades de movimientos de material para el hincado de estructuras de seguimiento y postes, las superficies del Proyecto se humedezcan periódicamente con agua, para evitar el arrastre por acción del viento de partículas y polvo. Los caminos de acceso de terracería al predio del Proyecto por los cuales circulen maquinaria y vehículos propios de la obra, serán también humedecidos para evitar el arrastre por viento de partículas, considerando la disponibilidad del recurso y toda vez que no se formen lodazales. Se verificará que se mantengan cubiertas con lonas las cajas de los camiones que lleven el material de construcción al terreno. La maquinaria en operación respetará en todo momento el "límite de pausa con motor encendido sin trabajar", apagándose la misma cuando se hagan pausas mayores a dicho límite, para reducir las emisiones a la atmósfera. 	De forma continua durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto y cuando resulte necesario durante la operación.
	Alteración del confort sonoro por actividades de movimiento de tierra, y operación de maquinaria de construcción (en operación habrá un uso muy limitado de unidades de transporte)	Preparación y construcción		<p>En la medida de lo posible, durante las actividades de construcción se evitará la generación de ruido mediante los siguientes lineamientos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Los vehículos del Proyecto y maquinaria se ajustarán a la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, mientras que el proyecto deberá cumplir con la NOM-081-SEMARNAT-1994 una vez que inicie operaciones. Los vehículos y maquinaria se mantendrán en óptimas condiciones con el fin de que cumplan los límites máximos permisibles en materia de ruido. Dotar de equipo de protección auditiva a todos los trabajadores de acuerdo a las actividades que desempeñe, únicamente en los casos que aplique por ley. Instalar silenciadores en los escapes de motores que lo requieran. Realizar un mantenimiento adecuado de las unidades para asegurar que trabajen con eficiencia generando menos ruido. Apagar el equipo cuando no se esté utilizando. Se procurará tener la menor cantidad de trabajadores en zonas aledañas a maquinaria que genere mucho ruido y procurar una rotación constante de personal para evitar exposición prolongada a niveles altos de ruido, en caso de ser necesario según la ley aplicable. 	De forma discontinua durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto y cuando resulte necesario durante la operación.

Componente ambiental	Impacto	Etapas	Medida de prevención o mitigación	Descripción de la medida	Duración
Suelo	Alteración de la calidad del suelo por limpieza de los paneles fotovoltaicos.	Todas las etapas	Prevención de contaminación y control de calidad del suelo	<p>Como se comentó en el Capítulo 5, la limpieza de los paneles empleará agua sin ninguna sustancia adicional (en caso de hacerse se utilizará un aditivo biodegradable) por lo que no se espera que haya alteración a la calidad del suelo por contaminación. Sin embargo, se incluyen entre las medidas propuestas, medidas preventivas para evitar la contaminación al suelo y las cuales se enlistan a continuación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Supervisar que la empresa constructora no realice disposición de aceites, combustibles, u otros elementos contaminantes directamente en el suelo. 2. Establecer áreas específicas para el almacenamiento temporal y permanente de los residuos peligrosos generados durante todas las etapas dentro del sitio de interés. El suelo del área asignada contará con recubrimiento impermeable con geomembrana. 3. No se realizarán actividades de mantenimiento mayor a la maquinaria de contratistas dentro del predio. En caso de que se realice un mantenimiento correctivo eventual a la maquinaria y equipo en el sitio de interés el Promoviente supervisará que el suelo donde se realicen las actividades esté protegido para evitar infiltraciones al subsuelo, que los residuos a generar durante estas actividades se almacenen en el área asignada, en recipientes debidamente etiquetados y se dispongan a través de empresas con autorización para tal fin por parte de la SEMARNAT. 4. No se almacenarán residuos peligrosos durante más de 6 meses en el predio. 5. Para el abastecimiento de combustible diésel para los generadores y alguna maquinaria (pesada y liviana), se recurrirá a estaciones de servicio cercanas 6. Contar con un kit ante-derrames en todo momento durante la preparación de sitio y construcción y capacitar al personal para su correcto uso 	De forma continua durante toda la vida útil del Proyecto.
	Erosión de suelo durante la preparación y construcción	Preparación y construcción	Control de la erosión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Humectación de zonas desprovistas de vegetación. 2. Se permitirá la revegetación natural debajo de los paneles siempre y cuando ésta no obstruya el funcionamiento del sistema de seguimiento o hagan sombra a las celdas. El mantenimiento consistirá principalmente en la poda para conservar la funcionalidad de los paneles y evitar erosión química al suelo. 3. No se empleará ningún tipo de pesticida o herbicida para tener control de la maleza. Se realizará control mediante la poda. 4. Se eliminará la maleza que pueda constituirse como vector de patógenos o si se consideran especies invasoras. 	De forma continua durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto.
Hidrología	<p>Propiedades fisicoquímicas del agua superficial</p> <hr/> <p>Propiedad fisicoquímicas de la hidrología subterránea y disponibilidad de agua</p>	Todas las etapas	Protección de la calidad del agua	<p>Para las etapas de preparación y construcción se implementarán las siguientes medidas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evitar la acumulación de materiales que bloqueen los drenajes naturales y afecten el flujo pluvial, para evitar arrastres de suelo y contaminación del agua, en caso de lluvias. 2. Durante la construcción y la operación se obtendrá el agua a través de pipas. 3. El agua potable destinada para consumo de los trabajadores, será provista mediante máquinas dispensadoras con botellones de 20 litros, servicio que será prestado por una empresa que cuente con los permisos respectivos o a través de agua embotellada en botellas de 1.5 y 3 L. 4. Durante la preparación y construcción se hará uso de agua para humectación. El agua provendrá de 3 camiones cisterna con capacidad de 12 m³ cada uno. 5. Durante la preparación del sitio y construcción, se habilitarán instalaciones sanitarias compuestas por baños/inodoros portátiles, instalados y mantenidos por una empresa externa, especializada y debidamente autorizada. Se instalarán a razón de uno por cada 15 trabajadores. 6. El mantenimiento, retiro y manejo de los residuos generados en los sanitarios móviles será contratado con empresas autorizadas para su manejo. 7. Durante la operación del Proyecto, las aguas sanitarias serán descargadas en una fosa séptica que será limpiada regularmente por una empresa proveedora de dicho servicio. 8. El agua de lavado de los paneles únicamente contendrá partículas de polvo y tierra que arrastre de la superficie de los mismos, por lo tanto no se consideran acciones adicionales para el tratamiento de esta agua. 9. Verificar que todas las pipas de agua tratada contratada puedan comprobar que están en cumplimiento con la NOM-003-SEMARNAT-1997 para agua que se reúse al público. 10. No realizar extracción de agua de pozo. En su lugar, contratar agua de pipas por medio de una empresa proveedora del servicio y que esté autorizada para comercializar dicha agua. 	De forma continua durante las etapas de construcción y operación del Proyecto.

Componente ambiental	Impacto	Etapas	Medida de prevención o mitigación	Descripción de la medida	Duración
Biótico	Reducción de la cobertura vegetal	Preparación del sitio	Protección y reubicación de flora	<p>Antes de llevar a cabo las actividades de despalle y limpieza del terreno se deberá realizar un recorrido previo en la zona que se pretenda despallar, con el fin de identificar individuos pertenecientes a especies protegidas, cactáceas o especies de lento crecimiento, con el fin de rescatar y reubicar a los individuos protegidos o sensibles. Cuando por alguna razón no sea posible la reubicación de los individuos de interés debido a su tamaño o por algún otro factor, se propone entonces la ejecución de acciones de revegetación con individuos de la misma especie de interés a la que pertenezcan los individuos removidos y que no pudieron ser reubicados. En este sentido, es importante mencionar que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En una etapa previa – durante los trabajos de línea base – se realizó trabajo de campo para identificación de posibles especies que pudieran encontrarse listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el área del Proyecto y en el SAP no se encontraron especies de flora protegidas por esta NOM. En caso de que durante las actividades de desmonte se identifiquen más individuos pertenecientes a alguna especie listada, se realizará su reubicación o revegetación con individuos de las especies de interés, en una zona adyacente o libre de estructuras dentro del predio. 2. En caso de ser necesario el trasplante de algún individuo, se realizará un censo de dichos ejemplares y se dará seguimiento de las tasas de supervivencia mediante un programa de monitoreo 3. En caso de ser necesario, se acondicionará un sitio seguro y adecuado para el almacenamiento temporal de los individuos que se reubicarán. Inicialmente este sitio puede establecerse dentro la propiedad, en zonas que no vayan a ser desmontadas. 4. Se buscará una zona con características similares al sitio de interés que se ubique cercana al proyecto para reubicar los individuos que hayan sido trasplantados de forma permanente. 5. Una vez instalados los módulos fotovoltaicos, se permitirá la revegetación natural con vegetación nativa así como en las zonas que no sean despejadas de vegetación. No se realizarán actividades de revegetación inducida, a menos que por condiciones de polvo o erosión se juzgue necesario en el momento. En ese caso se emplearán especies herbáceas nativas o ejemplares arbustivos de pequeño tamaño. 	Etapas de preparación y construcción.
Biótico	Afectaciones en la distribución y la abundancia de la fauna (incluyendo especies en alguna categoría de protección)	Preparación del sitio	Conservación y protección de fauna	<p>Dentro de las medidas preventivas para disminuir el impacto en abundancia y distribución de fauna, se encuentran las siguientes:</p> <p><u>Medidas de rescate de fauna</u> Estas medidas consisten en el rescate de especies de fauna que se encuentren en el sitio de interés, principalmente aquellas de lento desplazamiento o aquellas que se encuentren protegidas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sean sujetas de rescate. En una etapa previa – durante los trabajos de línea base – se realizó trabajo de campo para identificación de posibles especies que pudieran encontrarse listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se identificaron las siguientes especies de fauna listadas en dicha norma: <i>Cyrtonyx montezumae</i> (Pr), <i>Parabuteo unicinctus</i> (Pr), <i>Vulpes macrotis</i> (A).</p> <p>Antes de llevar a cabo las actividades de despalle y limpieza del terreno se deberá realizar un recorrido previo en la zona que se pretenda despallar, con el fin de identificar y en su caso ubicar nidos, refugios o madrigueras, las cuales puedan, en la medida de lo posible, ser rescatadas.</p> <p>Para el caso de las especies de fauna silvestre, en especial de aquellas especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las endémicas, se llevará a cabo lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se implementarán las técnicas de conservación, traslado y alojamiento de aquellas especies de fauna silvestres para su posterior reintroducción en áreas alternativas, especialmente aquellas con lento desplazamiento (fundamentalmente anfibios, de haber, y reptiles). 2. Previo a las labores de desmonte, despalle y limpieza del sitio, una brigada de biólogos especialistas se encargará de hacer un reconocimiento en la superficie del predio, con el objeto de detectar a los individuos de las especies de animales que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y todas aquellas endémicas, buscando rastros, zonas de reproducción, anidación y crianza, madrigueras así como zonas de alimentación. Durante estas labores, todos los individuos encontrados que presenten escasa capacidad de desplazamiento o se encuentren en situación de desventaja (crías, hembras preñadas etc.) serán removidos a las zonas de vegetación aptas para continuar con su óptimo desarrollo. 3. Se llevarán a cabo recorridos para ahuyentar fauna que pueda desplazarse previo a la entrada de 	Durante las actividades de desmonte y despalle

Componente ambiental	Impacto	Etapa	Medida de prevención o mitigación	Descripción de la medida	Duración
				<p>maquinaria para el despalme (lo ideal es el mismo día antes del ingreso de la maquinaria).</p> <p>4. Para el rescate de la herpetofauna se emplearán métodos de captura como son: bandas de goma, lazos corredizos (lazadas) y ganchos herpetológicos para el manejo de serpientes.</p> <p>5. El manejo de la mastofauna se hace a través de trampas Tomahawk para mamíferos medianos, y Sherman para los pequeños.</p> <p>6. La ornitofauna será ahuyentada mediante sonidos.</p> <p>7. Todas estas labores deberán realizarse antes del inicio de actividades, a fin de no entorpecer las labores de Preparación del sitio y remover sin presión a los individuos.</p> <p>8. Para todas estas actividades, se realizarán informes donde se señale con precisión las áreas críticas de presencia de fauna dentro de la zona del proyecto; asimismo, dentro de una bitácora se deberá llevar el registro de los organismos avistados y rescatados o reubicados.</p> <p>9. Las actividades de reubicación se llevarán a cabo en un sitio con las condiciones parecidas al lugar donde se extrajo la fauna. Es importante que la liberación de los individuos se realice en un plazo máximo de 24 horas posterior a la captura.</p> <p>10. En la etapa del desmante se contará con una cuadrilla de rescatistas por máquina para el rescate de la fauna que salga durante la excavación, los cuales deberán contar con redes, lazos corredizos, jaulas y el material adecuado para el manejo de la fauna.</p> <p>11. La cerca perimetral se construirá con malla metálica con pilares de hormigón o acero. El tejido de la malla será lo suficientemente pequeño para evitar el ingreso de fauna mayor. La parte superior del cerco (60 cm aprox.) podrá contar con alambre de púas. Asimismo, como se comentó, se sugiere que el cercado se encuentre al menos 10 cm por arriba del suelo y no al ras, para que no constituya una barrera ecológica de mamíferos pequeños.</p>	
Paisaje	Reducción en la calidad visual / Incremento de componentes industriales	Operación	Atenuación de impactos al paisaje	<p>1.</p> <p><u>Medidas de atenuación de impacto visual:</u> Las acciones principales serán las siguientes:</p> <p>1. Por debajo de los paneles solares se permitirá el crecimiento de la vegetación de manera natural, siempre y cuando la misma no ponga en riesgo la estabilidad de la estructura de soporte de los módulos.</p> <p>2. Reforestación perimetral con especies nativas para disimular la presencia de paneles</p>	Durante la operación

Los impactos positivos generados por el Proyecto no tienen asignadas medidas de mitigación; sin embargo se procurará en todo momento lo siguiente:

Condiciones laborales:

Estos lineamientos tienen la finalidad de establecer los parámetros para una relación justa orientada a la protección de los trabajadores del Proyecto durante su contratación temporal para las actividades del Proyecto.

- Se buscará contratar personal de las localidades próximas al sitio del Proyecto, aunque el número a emplear no será muy elevado.
- El personal deberá de estar calificado para realizar las actividades del Proyecto requeridas además de recibir un entrenamiento previo a la operación.
- Se portará en todo momento el equipo de protección personal adecuado según sea el requerimiento legal aplicable.
- Se sensibilizará a todos los trabajadores sobre la importancia de cumplir con todas las medidas arriba mencionadas, a fin de llevar a cabo un adecuado manejo de residuos, contar con equipo de protección personal y herramientas de trabajo en buen estado y cuidar y preservar las características biológicas de la zona.

Existen diversos indicadores que deben ser tomados en cuenta para evaluar la implementación de estas medidas:

1. Número de quejas o agravios resueltos.
2. Número mensual de incidentes registrados.

Para la implementación, el responsable ambiental estará encargado de verificar la contratación de los empleados necesarios. Dichas contrataciones estarán gestionadas directamente desde el corporativo del Promovente.

Riesgo de lesiones y enfermedades ocupacionales

Este riesgo deriva del trabajo con maquinaria pesada durante la preparación y construcción (también se incluye la operación aunque la intensidad de maquinaria se reduce significativamente).

Medidas de Seguridad e higiene:

Sobre la capacitación:

Estos lineamientos tienen por objeto incrementar el grado de capacitación durante la etapa de operación del proyecto, contribuyendo a la reducción de incidentes laborales y a manejos que pudieran afectar el medio ambiente en los alrededores del Proyecto.

1. Se contratará personal calificado para las actividades a realizar cuando sea necesario.
2. Se dará una inducción de seguridad en el trabajo y medidas a seguir sobre el manejo seguro de maquinaria y equipo eléctrico. Esto aplicará para trabajadores calificados y para mano de obra no calificada.

Para la etapa de preparación del sitio y construcción se implementarán las siguientes medidas:

1. Es fundamental resguardar la salud de los trabajadores que colaboren en la obra y evitar al máximo, posibles accidentes; por lo que el Promovente deberá solicitar que los contratistas cuenten con personal capacitado para realizar las diferentes actividades contempladas en esta etapa y les sea proporcionado el equipo de protección de seguridad, acorde a las actividades que realicen.
2. Verificar que todo el personal en obra, porte el equipo de protección proporcionado en los casos donde aplique y se conduzca conforme a los lineamientos de seguridad establecidos en el programa de seguridad e higiene de la empresa.
3. Se deberán realizar acciones de señalización en el predio para evitar accidentes de trabajo.
4. Se realizarán acciones de señalización dentro del predio y en la periferia para indicar las zonas de riesgo y el tipo de trabajos que se están realizando tanto al personal interno como a la población civil que habita o transita en las colindancias del predio.
5. El personal portará en todo momento el equipo de protección personal adjudicado por ley para trabajo en alturas (instalación de cableado y postes de transmisión) deberá de hacerse con las medidas de seguridad apropiadas (aseguramiento mediante arnés, guantes y ropa aislante), siguiendo los requerimientos legales aplicables en esta materia.
6. El personal contará con los medios adecuados y suficientes para procurar una correcta hidratación y al menos una hora de descanso y comida durante la jornada.
7. Se deberá sensibilizar a todos los trabajadores sobre la importancia de cumplir con todas las medidas arriba mencionadas a fin de hacer un adecuado manejo de residuos, contar con equipo de protección personal y herramientas de trabajo en buen estado y cuidar y preservar las características biológicas y ambientales de la zona.

Medidas de seguridad durante la operación:

1. El personal contará con el equipo de protección adjudicado por Ley,
2. Se desenergizará cualquier equipo o línea antes de trabajar en ella.
3. Se verificará el sistema de tierras de forma periódica.
4. El personal del Proyecto no manipulará el interior de las celdas, pues en caso de avería o mantenimiento mayor, estas serán enviadas al proveedor.

La seguridad ocupacional será revisada de forma constante durante todas las etapas del Proyecto y se llevarán estadísticas periódicas sobre incidentes y comportamientos. Adicionalmente se verificará el cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Energía, del Trabajo y Previsión Social (STPS) y SEMARNAT.

6.2

IMPACTOS RESIDUALES

El inciso X del artículo 3° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de la Evaluación del Impacto Ambiental, define que “los impactos residuales son aquellos que persisten aún después de haber aplicado medidas de prevención o mitigación”. En función de lo anterior, se determinó que los impactos residuales del Proyecto serán los asociados con la remoción de la cubierta vegetal y consecuente erosión del suelo. La Tabla 6.2 muestra los factores ambientales susceptibles a impactos residuales por el Proyecto.

Tabla 6.2 Interacciones de factores ambientales susceptibles a impactos residuales

Factores	Actividades		Residualidad
	Tránsito de automóviles locales	Desmonte, despalme y nivelación	
Erosión			R
Cobertura vegetal			R
Fauna terrestre			R

LEYENDA:

	Interacción posible	R	Factor ambiental sobre el que se puede registrar impacto residual	Sin interacción probable
--	---------------------	---	---	--------------------------

Asimismo en la Tabla 6.3 se describen los impactos residuales identificados para este Proyecto.

Tabla 6.3 Descripción de los impactos residuales

Componente	Factor impactado	Impacto	Caracterización		Magnitud	Sensibilidad/vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia	Descripción del impacto
Suelo	Erosión	Pérdida o erosión de suelos.	Tipo	Residual	Baja: Con el tiempo, el área afectada por la erosión podrá extenderse debido a las condiciones naturales como la lluvia.	Media: La vulnerabilidad del suelo se considera media ya que en el sitio existen algunas especies que podrán adaptarse a los cambios y desarrollarse en la zona desmontada, lo que podrá disminuir en cierto grado la erosión en algunas partes de sitio de interés.	Menor	El impacto se considera menor ya que a pesar de la implementación de las medidas de mitigación, no se recuperará completamente la vegetación, lo cual prevendría la erosión de la zona desmontada. Es posible que solo algunos manchones de vegetación puedan prosperar en las orillas de las celdas solares instaladas que disminuiría la erosión de estas; existirán, aun así, zonas de suelo desnudo propensas a erosión. La condición residual del impacto se podrá incrementar por las condiciones naturales como la lluvia y el escurrimiento superficial.
			Extensión	Local				
			Duración	Mediano Plazo				
			Escala	SAP				
			Frecuencia	Continua				
Vegetación	Cobertura vegetal	Reducción en la cobertura vegetal.	Tipo	Residual	Mediana: La cobertura vegetal existente ya ha sido impactada previamente por algunos campos de cultivo, la vegetación forestal a afectar es relativamente poca. Aunado a esto en la visita a campo se observó un impacto antropogénico en donde las personas de la comunidad obtienen madera de algunas especies de arbustos ocasionando la pérdida parcial de los individuos.	Baja: La cobertura vegetal podrá recuperarse a nivel de herbáceas y algunas especies resistentes a la perturbación	Menor	La vegetación no podrá regenerarse en su totalidad por los procedimientos relacionados con la instalación de las celdas solares, aunque es posible que la zona en época de lluvias sea cubierta por herbáceas de manera natural. Adicionalmente se realizarán medidas de mitigación que se enfocarán en la preservación de las especies de interés ecosistémico como el rescate de especies protegidas o de importancia económica, aunque estas no influirán en la regeneración de la cobertura vegetal del Proyecto.
			Extensión	Local				
			Duración	Temporal/Corto plazo				
			Escala	≤ AP				
			Frecuencia	Por evento				

Fuente: ERM, 2017.

7 *PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS*

7.1 **PRONÓSTICO DEL ESCENARIO**

El pronóstico del escenario se aborda a partir de la perspectiva de cambio que resulta de las acciones del Proyecto sobre el medio natural y sus medidas de manejo ambiental.

La viabilidad el Proyecto se basa en los siguientes hechos:

1. El Proyecto ha contemplado desde su diseño la interacción con los componentes del sistema ambiental y social, de tal forma que sean evaluados y aporten información para que durante la ejecución del mismo se contemplen criterios de protección ambiental y social.
2. Los impactos más relevantes sobre el medio natural corresponden a la erosión derivada por la remoción de vegetación y se han considerado medidas de mitigación para ellos.
3. El Proyecto está alejado de Áreas Naturales Protegidas.
4. El Proyecto contará con las medidas de mitigación necesaria para reducir los impactos adversos sobre la flora, fauna, y para gestionar correctamente el manejo de materiales y residuos.
5. El Proyecto generará empleos, sobre todo durante la etapa de construcción, y una parte del personal será contratada localmente.
6. El Proyecto ayudará a reducir las emisiones derivadas de la generación de energía, pues se trata de un proyecto de energía renovable y por lo tanto reducirá el consumo de combustibles fósiles.
7. De acuerdo con los ordenamientos territoriales aplicables al área en la que se realizará el Proyecto, este tipo de proyecto es compatible con las estrategias y lineamientos propuestos en los mismos.

Lo anterior se describe ampliamente a continuación:

El área del Proyecto ocupa un área aproximada de 360 ha dentro de una propiedad de aproximadamente 600 ha; este se ubica unos 23 km al Noreste de la ciudad de Cananea del municipio Cananea, en el estado de Sonora. La zona donde se ubicará el proyecto se encuentra fuera del límite urbano, correspondiendo a zona rural.

El Proyecto generará 133 MW; adicionalmente contará con una línea de transmisión eléctrica aérea así como con caminos internos para conectar las diferentes áreas de paneles.

La localización geográfica, el plano general de distribución y el desglose de áreas (obras permanentes y temporales) se presentan en el Capítulo 2 de este estudio.

La vegetación presente en la mayoría del predio es del tipo pastizal natural. Para la realización del Proyecto se requiere la remoción de terreno forestal; actividad que será realizada posterior a la obtención de las autorizaciones

correspondientes. Posterior a la remoción, una vez terminada la preparación del sitio y construcción, se permitirá el libre crecimiento de la vegetación presente bajo los paneles siempre y cuando esta no altere su buen funcionamiento.

En el Área del Proyecto únicamente se distribuye el tipo de vegetación denominada Pastizal natural. La especie reportada en el estrato arbóreo del AP es el mezquite (*Prosopis vetulina*). Esta especie no se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. El estrato arbustivo está compuesto por seis especies; siendo *Mimosa aculeaticarpa* la más abundante. En este estrato ninguna de las especies encontradas se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para el estrato herbáceo la especie *Chondrosium gracile*, es dominante e igualmente no se encontraron especies protegidas por la NOM.

De acuerdo con lo anterior, por tratarse de una cobertura de vegetación que crece bajo condiciones naturales conforme a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, se trata de vegetación forestal. Es importante destacar que el desmonte de ejemplares arbustivos y herbáceos, que representan la mayor parte de la vegetación presente en el predio, no corresponde a una gran masa forestal considerando la naturaleza de su fenología y su distribución, y asimismo no implica un impacto negativo severo al SAP. Estos organismos se encuentran ampliamente representados en áreas aledañas y se permitirá el crecimiento de especies nativas en las áreas del predio que no serán cubiertas por los paneles solares, además de que ninguna de dichas especies se encuentra reportada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El material derivado de las actividades de desmonte, se triturará para la posterior incorporación de la materia orgánica como mejorador de suelo dentro de las áreas libres de construcción del Proyecto, de esta forma se favorecerá la proliferación de la vegetación y la conservación del suelo en el área.

Durante las actividades de preparación y construcción, posiblemente se provocará que las especies faunísticas pequeñas y de lento desplazamiento, que estén presentes en el área de interés, queden expuestas a depredadores y pierdan sus lugares de refugio, como madrigueras. Por tanto, previo a dichas actividades se buscará remover y ahuyentar a la fauna presente en el sitio, durante la eliminación del estrato vegetativo, con especial atención sobre los taxones con poca movilidad.

Durante los muestreos en campo se encontraron especies de fauna bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies identificadas y listadas en dicha norma son *Cyrtonyx montezumae* (Pr), *Parabuteo unicinctus* (Pr), *Vulpes macrotis* (A) por lo que se llevarán a cabo las actividades de rescate y reubicación pertinentes durante la preparación del sitio. Así mismo, se permitirá que, una vez en funcionamiento el Proyecto que no interfieran su operación, transiten debajo de las estructuras de seguimiento de los paneles.

Una vez concluida la etapa de construcción, en el área en donde se colocarán los módulos solares, se permitirá el repoblamiento natural del suelo con especies de flora nativa que no alcancen una altura que comprometa el funcionamiento del sistema. Posterior a la instalación de los paneles solares y permitiendo el crecimiento de una cobertura vegetal, se evitará la pérdida del suelo, en dicha zona, por agentes erosivos como el agua y el aire.

Del análisis del Proyecto se puede resumir que:

- Durante la etapa de construcción se generarán emisiones atmosféricas, principalmente derivadas de fuentes móviles. Asimismo, se generará dispersión de polvo y emisiones de ruido asociados al equipo, maquinaria y vehículos requeridos para la instalación y el desarrollo del Proyecto. Durante la etapa de construcción se espera que dichas emisiones sean mayores debido al número de vehículos y a la maquinaria que se utilizará. Durante las etapas de operación y mantenimiento, las emisiones estarán relacionadas únicamente con los vehículos que transportarán al personal y los requeridos para las actividades de mantenimiento.
- La operación del Proyecto no implica la generación de importantes volúmenes de residuos peligrosos (se generarán menos de 400 kg al año de residuos peligrosos durante la operación), cuyo manejo y disposición final se realizará por medio de una empresa autorizada.
- Se regulará la generación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial producidos durante las etapas de preparación y construcción del sitio, almacenándolos en lugares cercados que eviten su dispersión y sobre superficies impermeables especialmente acondicionadas para ese fin. Durante estas etapas y durante la operación del proyecto se ubicarán contenedores con características en función del tipo y cantidad de residuos, etiquetados para la colocación de los residuos sólidos urbanos y su posterior disposición final a través del servicio de limpia del municipio. Lo anterior en apego a la legislación aplicable.
- El agua de lavado de los paneles solares no contará con sustancias alterantes o contaminantes, por lo que podrá ser escurrida al suelo e infiltrada al subsuelo sin consecuencias adversas sobre el medio ambiente.
- El impacto causado al paisaje será menor debido a que la presencia del Proyecto será visible únicamente desde los caminos cercanos al predio; adicionalmente las localidades cercanas al Proyecto presentan densidades poblacionales bajas.

Los impactos adversos a generar por el Proyecto se identifican principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Una vez concluido el Proyecto, será posible retirar la totalidad de las estructuras para permitir la restauración del sitio, mediante acciones de reforestación que faciliten el regreso de la fauna nativa.

Con la elaboración del Proyecto se identifican impactos positivos tanto en el ambiente como en la comunidad:

- Generación de fuentes de empleo que constituyen una fuente de ingreso para los pobladores.
- Se subcontratarán empresas locales para la realización de servicios específicos.
- Con el proyecto se contempla cubrir la demanda de requerimientos energéticos de la zona, ofreciendo nuevos servicios como es la generación de empleos en un nuevo sector y la producción de energía renovable.
- El uso de la energía solar constituye una fuente sustentable inagotable.

7.2

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

En este apartado se describen de manera general los temas que incluirá el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), cuyo objetivo general es garantizar la protección y conservación de los recursos naturales identificados en el área del Proyecto.

Los objetivos específicos del PVA son los siguientes:

- Evaluación del estado de los diferentes componentes ambientales que serán afectados por el proyecto por medio de indicadores que permitan la identificación de sus modificaciones (positivas o negativas);
- Verificación oportuna y eficaz del cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación que se aplicarán durante la vida útil del proyecto para disminuir los impactos ambientales;
- Detección de impactos no previstos para implementar medidas adicionales; así como alteraciones no previstas anteriormente.

Como resultado del PVA, se generará un informe de cumplimiento, para su entrega a las autoridades. Este informe se elaborará una vez concluidas las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, donde se presentará evidencia de cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación y sus indicadores, propuestos en el Capítulo 6 del presente documento.

En la Tabla 7.1 incluyen los indicadores propuestos para la vigilancia del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas.

Tabla 7.1 Medidas de manejo e indicadores ambientales y sociales del Programa de Vigilancia.

Componente ambiental	Medida de manejo o mitigación	Objetivo de la medida	Reglamentación aplicable	Evidencias de cumplimiento	Medidas correctivas	Implementación
Aire	Control para la calidad del aire y prevención de ruido	<p>Asegurar el óptimo funcionamiento de los vehículos del Proyecto a fin de reducir las emisiones de gases de combustión, así como la generación de material particulado durante las actividades de movimiento de tierra.</p> <p>Asegurar que las unidades de transporte y maquinaria cumplan con las especificaciones establecidas para su correcto funcionamiento asegurando el apego a las normas oficiales mexicanas en materia de emisión de ruido.</p> <p>Mantenimiento preventivo y en su caso, correctivo de los vehículos y maquinaria</p>	<p>Los criterios de cumplimiento de las medidas establecidas serán los Niveles Máximos Permisibles establecidos en la normatividad que se lista a continuación y la demás citada en el Capítulo 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> La NOM- 041- SEMARNAT-2006 (gases contaminantes de fuentes móviles que usan gasolina como combustible). La NOM- 045- SEMARNAT-2006 (Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición). Bitácoras de mantenimiento de vehículos y equipos 	<ul style="list-style-type: none"> Comprobantes de verificación vehicular. Hojas de mantenimiento donde se verifique el funcionamiento óptimo de filtros de escape en motores diésel (grúas, camiones, excavadora, etc.). Bitácora con registro de humectación del suelo y de caminos (con agua tratada) y evidencia fotográfica de dicha medida Bitácora de mantenimiento recomendado para los vehículos y equipos. Registro de inspección a los camiones que transportan el material a fin de que cuenten con lona. Reportes de fallas de algún equipo, maquinaria o vehículo. Tiempo entre reporte de falla y atención del mismo (bitácora de obra). Reportes de cumplimiento con las normas aplicables. 	<ul style="list-style-type: none"> Los vehículos que no cumplan con las NOM aplicables mencionadas o no cuenten con los permisos locales requeridos, deberán ser suspendidos del servicio hasta cumplir con los requerimientos mencionados. En caso de registrarse tres o más quejas por parte de los trabajadores o habitantes colindantes vinculadas con las emisiones de polvo, la humectación de los caminos deberá ser reforzadas Llevar a cabo una inspección diaria sobre el estado de lonas y utilización de las mismas por los camiones de carga. 	<p>El control de las medidas de manejo ambiental se dará principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción ya que en la operación habrá una baja circulación de vehículos.</p> <p>El responsable redactará reportes mensuales con las desviaciones observadas. Se asegurará la implementación de estas medidas preventivas a través de la supervisión de los subcontratistas.</p> <p>En la medida de lo posible, el responsable deberá incluir evidencias fotográficas de la implementación de las medidas de manejo en sus reportes mensuales.</p>
		<p>Asegurar que el ruido generado por vehículos y maquinaria no rebasa los límites máximos permisibles.</p>	<p>Los criterios de cumplimiento de las medidas serán los límites de emisión de ruido de las fuentes móviles de acuerdo a la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994 para el Proyecto como fuente fija. Esta última norma, aunque es aplicable al Proyecto, prácticamente no se generará ruido durante la operación por lo que se espera que siempre se estará debajo de los límites máximos establecidos en la NOM081 arriba citada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Bitácora de mantenimiento recomendado para los vehículos y equipos. Revisiones del uso adecuado de Equipo de Protección Personal (EPP) y protección auditiva cuando las actividades lo ameriten. Reportes de fallas de algún equipo, maquinaria o vehículo. Tiempo entre reporte de falla y atención del mismo (bitácora de obra). Reportes de cumplimiento con las normas aplicables. 	<ul style="list-style-type: none"> Lo vehículos y maquinaria que no cumplan con las NOM mencionadas deberán ser suspendidos del servicio hasta cumplir con los requerimientos mencionados. Se espera un nivel de emisión de ruido muy bajo durante la operación del Proyecto, proveniente de los inversores y los transformadores y el Proyecto se encuentra alejado de poblados, por lo que se verificará el cumplimiento de la NOM-081 SEMARNAT-1994 una vez durante los trabajos de construcción y se volverá a comparar contra la norma una vez iniciadas las operaciones; se repetirá el procedimiento únicamente si las condiciones cambian en el predio, de lo contrario no se considera necesario realizar monitoreo anual. 	<p>El control de las medidas de manejo ambiental estará, a cargo de un responsable ambiental del Promoviente en todas las fases del Proyecto.</p> <p>El responsable redactará reportes mensuales de la aplicación de las medidas de manejo ambiental y, en caso de alguna desviación, deberá supervisar la implementación de las medidas correctivas mencionadas.</p> <p>En la medida de lo posible, el responsable deberá incluir evidencias fotográficas de la implementación de las medidas de manejo.</p>

<i>Componente ambiental</i>	<i>Medida de manejo o mitigación</i>	<i>Objetivo de la medida</i>	<i>Reglamentación aplicable</i>	<i>Evidencias de cumplimiento</i>	<i>Medidas correctivas</i>	<i>Implementación</i>
Suelo	Prevención de contaminación y control de calidad del suelo	Minimizar la pérdida del suelo producido por erosión eólica e hídrica al quedar expuesto tras las actividades de preparación del sitio.	<ul style="list-style-type: none"> Ley Del Equilibrio Ecológico Y Protección Al Ambiente Del Estado De Sonora, Art. 24, 136. NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 (Límites máximos permisibles de hidrocarburos e suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones en la remediación) 	<ul style="list-style-type: none"> Humectación del área y terracerías (con agua tratada). Actas de desarrollo de actividades relacionadas con las medidas. Evidencia fotográfica 	<ul style="list-style-type: none"> Se deberá realizar recarga de combustible en estaciones de servicio cercanas y nunca por medio de tanques estacionarios en el predio Verificar periódicamente el uso adecuado y segregación de residuos. Si llegase a ocurrir alguna fuga de combustible o lubricantes para la maquinaria, se deberá investigar el alcance de dicha contaminación y remediar el suelo contaminado. En caso de que por la presencia excesiva de polvo sea necesario tomar acciones adicionales, se considera la posibilidad de realizar una revegetación inducida en las zonas que lo requieran y que no obstruyan la correcta operación del Proyecto. 	<p>El control de las medidas de manejo ambiental estará, en todas las fases del Proyecto, a cargo de un responsable ambiental de la Promoviente.</p> <p>El responsable redactará reportes mensuales de la aplicación de las medidas de manejo ambiental y, en caso de alguna desviación, deberá supervisar la implementación de las medidas correctivas mencionadas. En la medida de lo posible, el responsable deberá incluir evidencias fotográficas de la implementación de las medidas de manejo</p>
	Control de la erosión	Evitar el acarreo de sedimentos a cuerpos de agua (de formarse) durante las actividades de remoción de suelo.				
Hidrología	Protección de la calidad del agua	Evitar la alteración en la calidad del agua en cuerpos cercanos y minimizar la modificación de los patrones naturales de escorrentía.	<ul style="list-style-type: none"> Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Artículo 117 	<p>Se contará con las bitácoras y manifiestos de entrega y recepción indicando el volumen y periodicidad de recolección de aguas residuales o lodos de desazolve durante la operación.</p> <p>La Promoviente contará con evidencia del Registro ante SEMARNAT de las empresas contratadas para prestar el servicio de recolección y tratamiento de aguas y lodos residuales de los sanitarios</p>	<p>En caso de haberse colocado material en zonas de escurrimientos de aguas de lluvia, el mismo deberá ser reubicado inmediatamente.</p>	<p>El control de las medidas de manejo ambiental estará, en todas las fases del Proyecto, a cargo de un responsable ambiental de la Promoviente.</p> <p>El responsable redactará reportes mensuales de la aplicación de las medidas de manejo ambiental y, en caso de alguna desviación, deberá supervisar la implementación de las medidas correctivas mencionadas. En la medida de lo posible, el responsable deberá incluir evidencias fotográficas de la implementación de las medidas de manejo</p>

<i>Componente ambiental</i>	<i>Medida de manejo o mitigación</i>	<i>Objetivo de la medida</i>	<i>Reglamentación aplicable</i>	<i>Evidencias de cumplimiento</i>	<i>Medidas correctivas</i>	<i>Implementación</i>
Biótico	<p>Protección y reubicación de flora</p> <p>Conservación y protección de fauna</p>	<p>Conservar y proteger en lo posible la flora susceptible a reubicación si se llegasen a encontrar durante los trabajos de desmonte y despalme.</p> <p>Conservar y proteger en lo posible las condiciones de hábitat para la fauna de la zona y favorecer el restablecimiento de la fauna en el sitio que sea sujeta de reubicación. El resto de la fauna será ahuyentada previo al inicio de obras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ley General de Vida Silvestre (LGVS), Artículo 76 • Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), Artículo 117, 118. 	<p>Flora:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número y registro de especies reubicadas. • Registro fotográfico. • Censo de especies que presenten un alto índice de valor de importancia. • Índice de supervivencia de las especies trasplantadas. <p>Fauna:</p> <p>Contratistas especializados evidenciarán mediante bitácora y fotografías el cumplimiento de las medidas mediante el seguimiento de los siguientes indicadores:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Número de individuos de fauna rescatados 2. Clasificación de individuos rescatados. 3. Evidencia en fotografía y bitácora de rescate y liberación. 4. Identificación de zonas de liberación. 5. Verificación de la calidad de ambiente de las zonas de liberación acompañado de evidencia fotográfica de los sitios donde fueron liberados. 	<p>Flora:</p> <p>En caso de encontrarse especies incluidas en la NOM-059 sujetas a rescate, en caso de no alcanzar un índice del 80% de supervivencia, se implementarán las siguientes acciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recolección de semillas o esqueje. 2. Conformación de un vivero para la propagación de la especie. 3. Trasplante de los ejemplares crecidos en el vivero. <p>Fauna: NA</p>	<p>El control de las medidas de manejo ambiental estará, en todas las fases del Proyecto, a cargo de un responsable ambiental de la Promovente. El responsable redactará reportes mensuales de la aplicación de las medidas de manejo ambiental y, en caso de alguna desviación, deberá supervisar la implementación de las medidas correctivas mencionadas. En la medida de lo posible, el responsable deberá incluir evidencias fotográficas de la implementación de las medidas de manejo</p>

<i>Componente ambiental</i>	<i>Medida de manejo o mitigación</i>	<i>Objetivo de la medida</i>	<i>Reglamentación aplicable</i>	<i>Evidencias de cumplimiento</i>	<i>Medidas correctivas</i>	<i>Implementación</i>
Residuos	<p>Gestión de residuos sólidos de acuerdo a sus características (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos)</p> <p>Mantenimiento de maquinaria fuera del predio o alternativamente uso de geomembrana para evitar contaminación del suelo</p> <p>Almacenamiento temporal de residuos durante todas las etapas del Proyecto</p>	Aunque no se prevén impactos relacionados con la generación de residuos, el Promovente aplicará las presentes medidas para evitar y reducir al máximo el riesgo de generación de impactos relacionado a este aspecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento 18, 19, 31, 44, 54, 69, 106, 46. • La Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos y su reglamento. • NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 (Límites máximos permisibles de hidrocarburos e suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones en la remediación) • La NOM- 052- SEMARNAT-2005 (características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos). • Ley Del Equilibrio Ecológico Y Protección Al Ambiente Del Estado De Sonora, Art. 136, 151. 	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de capacitación a los empleados para un buen manejo de residuos. • Registro en bitácoras de las capacitaciones. • Certificación de entrega de residuos reciclables. • Fotografías de las áreas de almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. • Se separarán los residuos sólidos, peligrosos de los no peligrosos y los de manejo especial. • Se contará con una programación de recolección de residuos y disposición temporal se hará en un contenedor de acumulación en un área designada del predio. • Todo contenedor de residuos se ubicará en un área estable e impermeable. En la etapa de construcción, se evitará en toda situación que los contenedores estén sobre suelo natural. Durante todo el Proyecto se deberá de inspeccionar la integridad de los contenedores. • Se realizará un plan de manejo donde se indiquen las estrategias de reciclaje, reúso o aprovechamiento de los diferentes tipos de residuos, incluyendo de manejo especial (cartón, madera, metales, papel, plástico, residuos de jardinería) y peligrosos. • Durante la etapa de operación el Promovente se dará de alta como microgenerador, cumpliendo así con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su reglamento. • Los residuos peligrosos serán gestionado únicamente por empresas autorizadas para su manejo y disposición. • Los residuos peligrosos serán envasados en contenedores con características en función del tipo y cantidad de residuo. Cada contenedor será etiquetado con el nombre del generador, nombre del residuo, fecha de generación, características de peligrosidad de los residuos y fecha de ingreso al almacén de residuos peligrosos. 	Verificar periódicamente el uso adecuado y segregación de residuos.	El control de las medidas de manejo ambiental estará, en todas las fases del Proyecto, a cargo de un responsable ambiental de la Promovente. El responsable redactará reportes mensuales de la aplicación de las medidas de manejo ambiental y, en caso de alguna desviación, deberá supervisar la implementación de las medidas correctivas mencionadas. En la medida de lo posible, el responsable deberá incluir evidencias fotográficas de la implementación de las medidas de manejo

Como se menciona en capítulos anteriores, actualmente el predio se encuentra cubierto en su mayoría por vegetación de pastizal natural. El Proyecto requerirá la remoción de aproximadamente 321 Ha de vegetación forestal correspondiente a especies arbustivas y herbáceas propias de la comunidad presente. Dentro del Área del Proyecto no fueron identificadas especies vegetales protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto a especies animales, se identificaron las siguientes especies de fauna listadas en dicha norma: *Cyrtonyx montezumae* (Pr), *Parabuteo unicinctus* (Pr), *Vulpes macrotis* (A). Antes de llevar a cabo las actividades de despalle y limpieza del terreno se deberá realizar un recorrido previo en la zona que se pretenda despallar, con el fin de identificar y en su caso ubicar nidos, refugios o madrigueras, las cuales puedan, en la medida de lo posible, ser rescatadas

Durante la preparación y construcción del sitio se espera el desmonte, despalle y movimiento de tierra por lo que se implementarán medidas para evitar la volatilización de partículas de polvo y se implementarán medidas de protección como la supresión de polvo con agua y la reubicación de individuos de fauna. Al término de la etapa de construcción se permitirá el crecimiento natural de vegetación arbustiva en el área de los paneles en la medida en que no interfieran con el funcionamiento de los mismos ni produzcan sombra.

En la etapa de operación se espera que los impactos tengan una significancia baja, pues la generación eléctrica fotovoltaica no produce emisiones ni alteraciones fuertes al ambiente, descarga de aguas residuales industriales, ni generación de residuos sólidos de manera significativa. Durante esta etapa se espera también que los principales impactos sean la perturbación temporal de la fauna por el mantenimiento en la zona de paneles y por la conducción eléctrica por la línea de transmisión. Sin embargo, el Proyecto considera dentro de sus características de construcción y operación, así como dentro de los planes de manejo ambiental, las medidas necesarias para mitigar los impactos sobre aves en el tendido eléctrico, a fin de reducir su significancia y efecto sobre el sistema ambiental.

Como parte de este estudio, se propone que una vez terminada la vida útil del Proyecto se realicen acciones para promover la regeneración natural del sitio, a fin de incorporarse nuevamente una cobertura. Esto se podrá hacer a través del desmantelamiento total de las instalaciones de generación eléctrica, subestación de maniobra y línea de transmisión eléctrica. No se espera contaminación al suelo pues no se emplearán sustancias peligrosas, pero si así fuera, el Promoviente se encargará de realizar todas las acciones de rehabilitación y remediación correspondientes.

Finalmente, se prevé que con las medidas de prevención y mitigación, que conforman el Programa de Vigilancia Ambiental propuesto, se garantice la mínima afectación por el Proyecto sobre el entorno y de cada uno de los elementos que lo conforman.

- Arroyo-Rodríguez, V. 2005. Uso de diferentes asociaciones vegetales por lagomorfos en Mapimí, Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 21(3): 151-153.
- Ávila-Flores, R., y M. B. Fenton 2005 Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. *Journal of Mammalogy* 86(6):1193-1204.
- Ayuso-Oliva, A. M. 2005. Uso del Hábitat en Quirópteros en un área alterada por la construcción de la línea de tren de alta velocidad en el Sur de la Península Ibérica. Implicaciones para su conservación y estudio de los registros sonoros del género *Pipistrellus*. Tesis doctoral. Departamento de Biología Animal y Ecología, Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.
- Bilstein, K., W. Schelski, J. Zalles y S. Ellis. 1998. Conservation status of tropical raptor. *Journal of Raptor Research* 32:3-18.
- Campbell, J. y Lamar, W. W. 1989. *The Venomous Reptiles of Latin America*. Cornell University Press. Ithaca and London.
- CENAPRED. 2001. Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. Primera Edición. Secretaría de Gobernación. México.
- Censo de Vivienda y Población, INEGI, 2010.
- CONAGUA. 2013. Determinación de la Disponibilidad de Agua.
- CONAGUA. 2014. Disponibilidad de Aguas superficiales.
- Estrategia Nacional de Energía 2011-2025. Secretaría de Energía. Febrero de 2011.
- García E. 1980. Apuntes de climatología. E. García (im.). México. 153 pp.
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 217pp.
- González-Medrano, F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto de Ecología. México. 82 pp.
- González-Romero. A. 1995. Cambios en la composición de las comunidades de roedores en relación a los tipos de vegetación y geomorfología en el Pinacate, Sonora, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 64: 45-58.
- Grossman, M. y J. Hamlet. 1964. *Birds of prey of the world*. Crown, New York. 496 p
- Instituto de Investigaciones Eléctricas. Irradiación Solar Global Anual, 2009. <http://www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=1651>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda 2010. <http://www.censo2010.org.mx/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011. Censo de Población y Vivienda 2010.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. Guía para la interpretación de cartografía, uso de suelo y vegetación. Escala 1: 250 000. Serie V. ED. INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2008. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie V / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México: INEGI, c2014.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Guía para la interpretación de cartografía: edafología.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Censos Económicos. 2004. México
- Grismer, L. L. 2002. Amphibians and Reptiles of Baja California, including its Pacific Islands and the Islands in the Sea of Cortés. University of California Press. California. United States of America.
- Macíp-Ríos, R. y A. Muñoz-Alonso. 2008. Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 79: 185-195.
- Mañosa, S. y V. Pedrocchi. 1997. A raptor survey in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Journal of Raptor Research* 27:121-122.
- Marcos E., E. M. Marks y C. D. Boretos. 2001. "saguaro + arranque" Pistas del pájaro y el signo. Stackpole Books. Stackpole Books. p. p. 311. ISBN 0-8117-2696-7. 311. ISBN 0-8117-2696-7.
- Martínez, J. 1992. Raptor conservation in Veracruz, México. *Journal of Raptor Research* 26:184-188.
- National Renewable Energy Laboratory (NREL). 2012. Renewable Electricity Futures Study. Hand, M.M.; Baldwin, S.; DeMeo, E.; Reilly, J.M.; Mai, T.; Arent, D.; Porro, G.; Meshek, M.; Sandor, D. eds. 4 vols. NREL/TP-6A20-52409. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory.
- Newton, I. 1979. Population ecology of raptors. T. & A. D. Poyser, London. 399 p.
- Plan de Desarrollo 2009-2015 del Estado de Sonora
<http://portal.sonora.gob.mx/documentos/plandedesarrollo/>
- Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018. Gobierno de la República.
- Ramírez Bautista, A. y M. C. Arizmendi. 2004. *Callisaurus draconoides*. Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W013. México. D.F.
- Rodríguez-Estrella, R. y L. B. Rivera-Rodríguez. 2006. Raptor studies in Mexico: an overview. In *Current raptor studies in Mexico*, R. Rodríguez-Estrella (ed.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. p. 1-32.
- Rodríguez-Estrella, R., J. A. Donazar y F. Hiraldo. 1998. Raptors as indicators of environmental change in the scrub habitat of Baja California Sur, México. *Conservation Biology* 12:921-925.
- Rorabaugh, J.C. 2008. Introducción a la herpetofauna de Sonora continental, México, con comentarios sobre conservación y manejo. Fish and Wild Life Service. Arizona. USA. 52 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Servicio Geológico Mexicano, 2002. Carta Geológica Minera, Caborca H12-4.
- Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA. 2014.

- Plitt Laura, El lado oscuro de los paneles solares, BBC Mundo, Medio Ambiente, 2013.
- Thiollay, J. M. 2007. Raptor communities in French Guiana: distribution, habitat selection, and conservation. *Journal of Raptor Research* 41:90-105.
- Thiollay, J. M. 1989. Area requirements for the conservation of rain forest raptors and game birds in French Guiana. *Conservation Biology* 31:128 -137
- Union of Concerned Scientists, *Environmental Impacts of Solar Power*, Cambridge, 2013.
- W. J. Fern, R. I. Brabets : " Field Investigation of Ozone adjacent to High Voltage, Transmission Line" *IEEE Trans PAS*, September 1974 pp. 1269 - 1279.